



**Pedro Daniel Lopes
Tavares**

**Melhoria do fluxo de informação associado a
sistema *Kanban*: Estudo e desenvolvimento de
ferramenta a integrar sistema ERP**



**Pedro Daniel Lopes
Tavares**

**Melhoria do fluxo de informação associado a
sistema *Kanban*: Estudo e desenvolvimento de
ferramenta a integrar sistema ERP**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Leonor da Conceição Teixeira, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Este trabalho é dedicado à minha madrinha, pessoa incansável que ficará para sempre na minha memória.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José Manuel Matos Moreira
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Leonor da Conceição Teixeira
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Dedico este trabalho aos meus pais por todos os sacrifícios que fizeram por mim, sem eles isto não seria possível.

Agradeço à minha irmã pela constante preocupação demonstrada.

À minha família, pela educação e valores fornecidos.

Aos meus amigos, por me ajudarem a superar obstáculos nos tempos mais difíceis.

À professora Doutora Leonor da Conceição Teixeira pela orientação na construção do presente trabalho.

Ao Eng.^o João Valente, por me orientar no seio da empresa e pelo conhecimento partilhado.

A todos os colegas e colaboradores da OLI – Sistemas Sanitários, S.A., pela disponibilidade e ajuda fornecida.

palavras-chave

Sistemas ERP, Quebra de Abastecimento, Logística, *Kanban*, *Mizusumashi*

resumo

O projeto aqui apresentado tem por objetivo a melhoria no processo de alimentação de informação para a base de dados associada ao sistema *kanban* na empresa OLI – Sistemas Sanitários, S.A.

Inicialmente são apresentadas as análises efetuadas dos defeitos e das necessidades de melhoria para a correta migração da base de dados para o sistema de informação utilizado na empresa. São também verificados os maiores problemas no fluxo de informação a níveis logísticos no chão de fábrica da empresa.

Após analisados os problemas encontrados e depois de recolhidos os requisitos para a implementação da base de dados no sistema ERP são apresentadas diversas soluções para a melhoria na troca de informação logística.

As alterações são sugeridas com o objetivo de reduzir quebras de abastecimento causadas pela pouca eficiência na troca de informação pelos diferentes postos e pessoas envolvidas na transferência de material, aumentando deste modo ergonomia, produtividade e eficiência nas células de montagem.

Posteriormente a efetuar as implementações propostas, é concluído que as melhorias nos processos logísticos resultam em ganhos em diversas áreas em toda a fábrica.

keywords

ERP Systems, Production Loss, Logistics, *Kanban*, *Mizusumashi*

abstract

The presented project aims to improve the process of feeding the information for the *kanban* system database at OLI – *Sistemas Sanitários*, S.A.

Initially is present the analyses made of the defects and improvements needed for the correct migration of the database to the information system used in the company. The biggest problems in the flow of information at logistical levels on the company's factory floor are also noted.

After analysing the problems encountered and gathering the requirements for the implementation of the database in the ERP system, several solutions are presented to improve the logistic information exchange.

The suggested changes are made in order to reduce supply losses caused by the inefficiency in the information exchange by the different stages and people involved in material transfer, thereby increasing ergonomics, productivity and efficiency in assembly cells.

Subsequent to the implementations proposed, it is concluded that improvements in logistics processes result in gains in various areas throughout the factory.

Índice

1.	Introdução	1
1.1.	Apresentação da Organização.....	1
1.2.	Motivação do Projeto	5
1.3.	Objetivos e Metodologia.....	5
1.4.	Estrutura do Documento	7
2.	Enquadramento Teórico	9
2.1.	Lean	9
2.2.	Logística.....	11
2.3.	Sistemas de Informação	11
2.4.	Sistema <i>Kanban</i>	12
2.5.	Modelação de Processos.....	13
3.	Caso de Estudo	15
3.1.	Processo Produtivo.....	15
3.2.	Fluxo Logístico	19
3.3.	Base de Dados	23
4.	Desenvolvimento do Projeto	35
4.1.	<i>Kanban</i> de Movimentação	37
4.2.	Necessidades por <i>Shop order</i> – <i>Querys</i>	40
4.3.	Bordos de Linha.....	45
4.4.	Base de Dados – Excel.....	51
4.5.	Migração da Base de Dados para IFS.....	53
4.6.	Resultados Gerais	59
5.	Conclusões.....	67
	Referências Bibliográficas	71
	Anexos.....	75

Índice de Figuras

Figura 1 - OLI - Sistemas Sanitários, S.A.	1
Figura 2 - Fases de Desenvolvimento do Produto	2
Figura 3 - Posição no Mercado	2
Figura 4 - Produtos Fabricados	3
Figura 5 - Estrutura Organizacional	4
Figura 6 - Planta da Empresa.....	16
Figura 7 - Caixas Standard	17
Figura 8 - BPMN de Operador Logístico alocado à Injeção.....	20
Figura 9 - BPMN de Operador Logístico alocado aos Supermercados.....	21
Figura 10 - BPMN de Operador Logístico alocado aos Comboios Logísticos	22
Figura 11 - BPMN do Processo na Montagem.....	23
Figura 12 - Código do Componente e Posto de Trabalho	24
Figura 13 - Tipo de Caixa, Quantidade e Posição no Bordo de Linha	25
Figura 14 - BPMN Inserir Dados no Excel	25
Figura 15 - Posição no Supermercado	26
Figura 16 - Cálculos Automáticos.....	28
Figura 17 - Continuação Cálculos Automáticos	30
Figura 18 - Diagrama de Ishikawa para Ocorrência de Quebras de Abastecimento	35
Figura 19 - Antigo design do kanban de componentes em Supermercado	38
Figura 20 - Design do Kanban de produtos intermédios	38
Figura 21 - Novo design do Kanban de movimentação.....	39
Figura 22 - Novo template de Kanban de produtos intermédios.....	40
Figura 23 – Query (Antes).....	41
Figura 24 – Diagrama de Spaghetti para processo mizusumashi na procura de componentes nos supermercados (Antes).....	42
Figura 25 - BPMN Processo atualização Querys (Antes).....	42
Figura 26 - Nova Query.....	43
Figura 27 - BPMN Processo atualização Querys (Depois).....	44
Figura 28 - Exemplo de bordo de linha com posição de stock.....	46
Figura 29 - Folha com dados retirados do Mestre Células	47
Figura 30 - Tabela Medida Posições no Bordo de Linha.....	47
Figura 31 - Tabela Medida Caixas.....	48
Figura 32 – Tabela Análise ABC	48
Figura 33 - Verificação de componentes com posições erradas	49
Figura 34 - Folha para analisar repetição de posição por estrutura de produto	50
Figura 35 - Colunas com Postos de Trabalho.....	51
Figura 36 - Botões de deteção de erros.....	51

Figura 37 - Aviso Células Repetidas na Base de Dados	52
Figura 38 - Aviso de quantidade de células repetidas no Mestre Células	52
Figura 39 - Diagrama de Use-Cases	54
Figura 40 - Diagrama de Classes	55
Figura 41 - Tabela com dados dos componentes e células.....	55
Figura 42 - Tabela com tempos de ciclo dos mizusumashis atualizados	57
Figura 43 - Tabela com tamanhos das diferentes posições em todos os postos de trabalho	57
Figura 44 - BPMN novo processo atualização base de dados	59
Figura 45 - Diagrama de Spaghetti para processo Mizusumashi para procurar componentes nos Supermercados (Depois)	60

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tabela de saídas após criação de Routings.....	24
Tabela 2 - Saídas após inserção de dados.....	30
Tabela 3 - Diferença entre Mestre Células e IFS na atualização de informação	58
Tabela 4 - Tempos de procura de caixas nos supermercados	60
Tabela 5 - Quebras de Abastecimento Global por mês.....	62
Tabela 6 - Tempos de movimentação de caixas no início de nova produção	64

Índice de Anexos

Anexo 1 - Base de Dados Mestre Células - Dados Inseridos e calculados.....	75
Anexo 2 - Mestre Células - Dados para cálculos automáticos.....	75
Anexo 3 - Standard Componentes em posição Stock	76
Anexo 4 - Macro para novo kanban da Base de Dados	77
Anexo 5 - Macro para Verificação de Repetidos nos Bordos de Linha	81
Anexo 6 - Macro para efetuar análise ABC.....	83
Anexo 7 - Macro para análise de repetição de postos de trabalho na Base de Dados.....	84
Anexo 8 - Tempos de quebras de abastecimento por mês	85
Anexo 9 - Quebras de Abastecimento por semana – Global	86
Anexo 10 - Gráfico de quebras de abastecimento por semana	87

Lista de Siglas e Acrónimos

- AGV - *Automated Guided Vehicle*;
- BL - Bordo de Linha;
- BPMN - *Business Process Model and Notation*;
- ERP - *Enterprise Resource Planning*;
- FI - Fator de incorporação;
- IFS - *Industrial and Financial System*;
- JIT- *Just-in-time*;
- MP - Matéria-Prima;
- MTO - *Make-to-Order*;
- MTS - *Make-to-Stock*;
- OEE – *Overall Equipment Effectiveness*;
- RFID - *Radio Frequency Identification*;
- SGI – Sistema de Gestão Integrado;
- SI – Sistema de Informação;
- SQL - *Structured Query Language*;
- TC - Tempo de Ciclo;
- TPS - *Toyota Production System*;
- UML - *Unified Modeling Language*;
- WC - *Work Center*;
- WIP – *Work-In-Progress*.

1. Introdução

Este relatório serve expor um projeto desenvolvido no departamento de Engenharia da empresa OLI – Sistemas Sanitários S.A., em Aveiro, no âmbito do estágio curricular do curso Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, na Universidade de Aveiro.

1.1. Apresentação da Organização

A empresa em estudo foi fundada em março de 1954 pelos irmãos António Rodrigues Oliveira e Saul Rodrigues Oliveira, em Aveiro, dando o nome inicial à mesma de Oliveira & Irmãos, Lda. Ao longo dos tempos a empresa envolveu-se em várias áreas de negócio, desde artigos de fundição até equipamentos para agricultura.

Nos anos 80 os produtos comercializados foram aumentando, altura em que se criou uma unidade de produção de autoclismos, à qual se dedica nos dias de hoje. Ao longo do tempo foi observado um crescimento no desenvolvimento e em 1993 integrou-se no grupo italiano Fondital, com sede em Itália. Mais recentemente a empresa alterou o seu nome para OLI – Sistemas Sanitários, S.A.



Figura 1 - OLI - Sistemas Sanitários, S.A.

Com foco na melhoria de qualidade e constante investigação e desenvolvimento, a empresa foi responsável e é mais conhecida pela produção da dupla descarga do autoclismo, que faz redução do consumo de água por parte dos seus utilizadores na ordem dos 50%.

Cadeia de Valor

A empresa OLI – Sistemas Sanitários, S.A. controla toda a cadeia de valor dos produtos que comercializa, sendo responsável por todas as áreas, desde a concepção da ideia, passando pela sua industrialização, até à produção e respetiva comercialização.

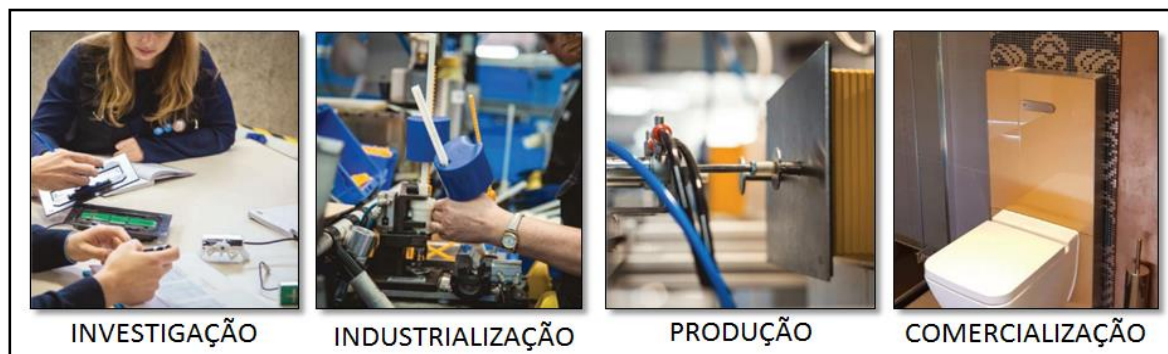


Figura 2 - Fases de Desenvolvimento do Produto

Tendo em grande foco a inovação, a empresa aposta no desenvolvimento de novos produtos, contando nos dias de hoje com cerca de 43 patentes ativas.

Posição no Mercado

Focando-se no fabrico de autoclismos e seus componentes, a empresa é a maior produtora de autoclismos na Europa do Sul, sendo conhecida pela inovação e eficiência, tendo uma fábrica com uma área de 82 mil metros quadrados que assegura uma produção semanal de perto de 44.000 autoclismos e cerca de 64.000 mecanismos, sendo que 80% desses produtos são exportados para 70 países dos cinco continentes.

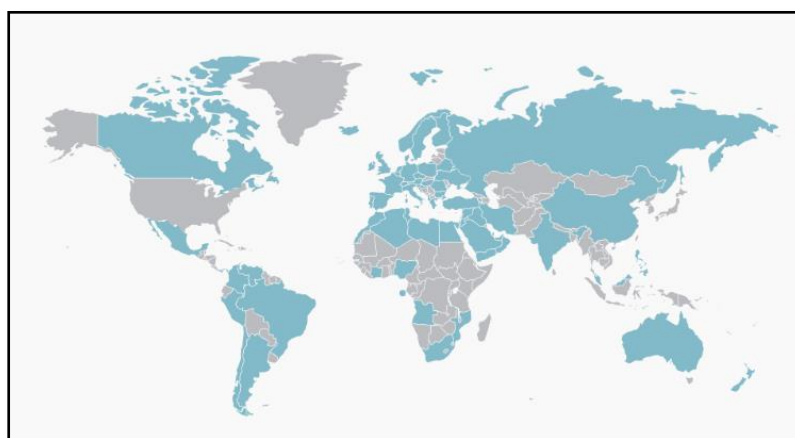


Figura 3 - Posição no Mercado

Produtos Fabricados

A OLI produz uma diversa gama de soluções sanitárias. Apesar do principal e mais vendido produto da empresa serem os autoclismos, a empresa também fabrica placas de comando, módulos sanitários e mecanismos (torneiras de boia e válvulas de descarga). Em relação aos autoclismos, incluem-se os autoclismos interiores, exteriores e autoclismos plásticos para tanques cerâmicos, mais conhecidos por autoclismos falsos.



Figura 4 - Produtos Fabricados

Estrutura Organizacional

A empresa apresenta quatro áreas principais, tendo essas áreas vários departamentos alocados a cada uma. Na figura 5 é mostrado todos os departamentos localizados na empresa assim como as áreas onde cada um deles está inserido.

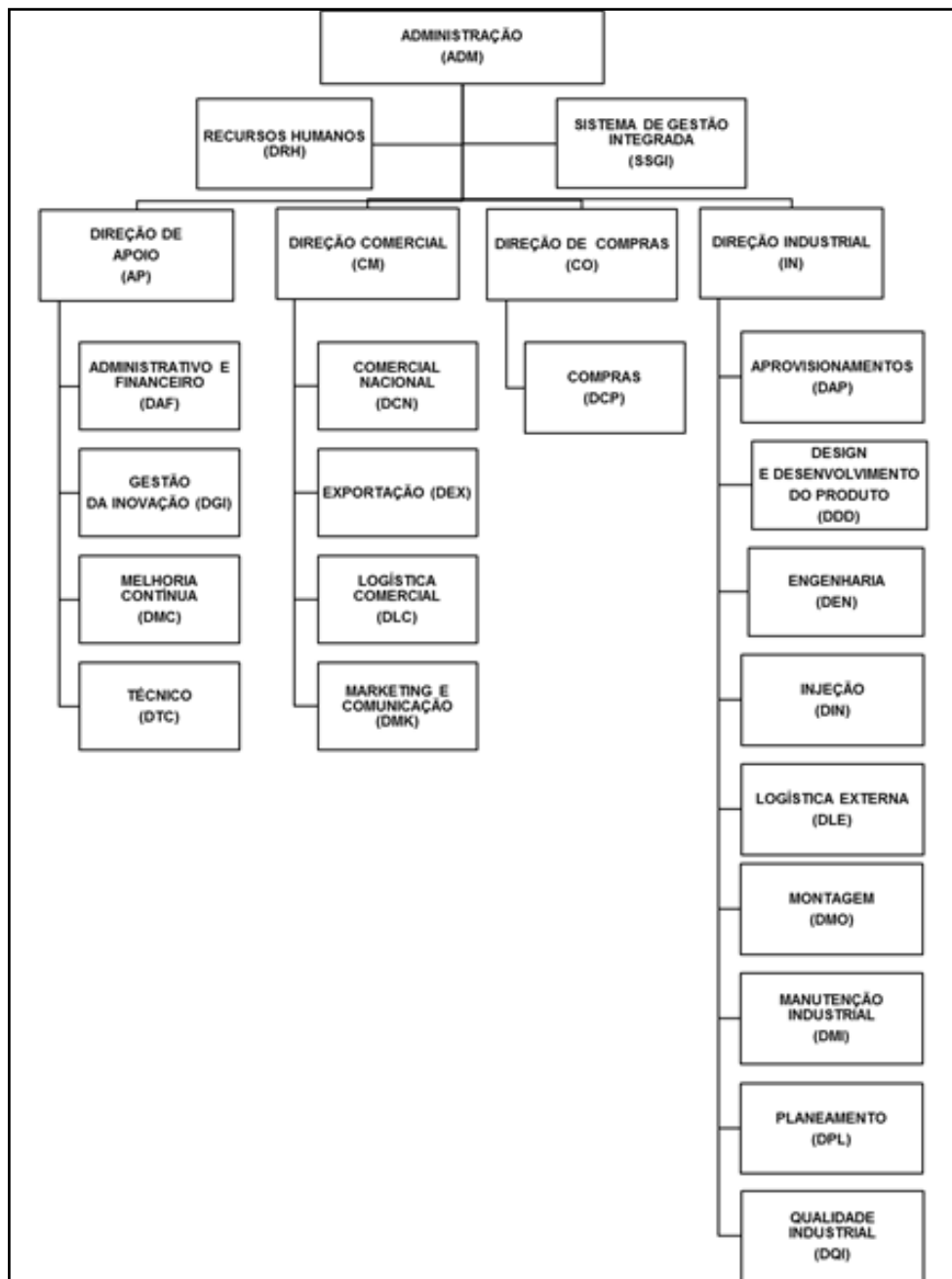


Figura 5 - Estrutura Organizacional

O projeto foi realizado no departamento de engenharia da empresa, onde se efetua as alterações aos processos industriais e logísticos na empresa.

1.2. Motivação do Projeto

A globalização de mercados, facilidade de acesso a informação e a crescente competitividade entre diferentes organizações aumenta a dificuldade de uma empresa se conseguir destacar e diferenciar de todos os seus concorrentes. Organizações que não acompanham a constante mudança e crescimento do mercado acabam por reduzir os seus lucros, podendo mesmo vir a encerrar.

Para se conseguir melhorar os processos numa empresa tem-se de detetar todas as fases que não acrescentam valor ao produto a ser desenvolvido, verificando dessas fases quais são necessárias e eliminando todas as que são desperdícios dispensáveis. O objetivo numa empresa é reduzir tempos em todas as tarefas, não só na produção de produtos, mas principalmente nas tarefas que se considera desperdício, sendo o objetivo reduzir ao máximo o *lead-time* dos produtos.

Ao longo do tempo a logística esteve presente em todas as empresas, sendo que nunca se deu tanta importância à mesma como atualmente, estando numa primeira fase a atenção mais centrada na produção, onde se acrescenta valor ao produto. A logística é uma parte fulcral e encontra-se em todas as fases da cadeia de produção, não só na movimentação de material como também desempenhando um papel fulcral no fluxo de informação, e é responsável por grande parte das despesas de uma empresa, estando o foco na sua otimização e constante melhoria.

Numa empresa de grande dimensão como a OLI – Sistemas Sanitários, S.A. é necessário a constante melhoria de todos os processos internos para se conseguir estar à frente da concorrência. O projeto a ser desenvolvido enquadra-se na melhoria do fluxo logístico da empresa, com o objetivo de reduzir perdas de produção, diminuição no tempo de tarefas e aumento de ergonomia nas células existentes na fábrica.

É pretendido desta forma eliminar problemas críticos no fluxo de informação, garantindo que todas as fases do processo têm na sua mão toda a informação relevante para efetuar o trabalho de forma eficaz e em maior rapidez.

1.3. Objetivos e Metodologia

Objetivos

Os objetivos a atingir com este projeto têm por base o fluxo logístico no chão de fábrica da empresa, incluindo por isso o sistema *kanban* já implementado na empresa e tudo o que envolve movimentação de componentes entre o armazém e os postos de

trabalho, assim como o fluxo de informação entre os vários intervenientes do processo, incluindo operadores e os utilizadores responsáveis pela atualização dos dados.

A OLI – Sistemas Sanitários, S.A. utiliza o sistema *kanban* genérico que é sustentado pela informação presente num ficheiro Excel. Toda essa informação tem de ser atualizada regularmente para depois ser migrada para o SGI utilizado pela empresa.

Parte dos valores encontrados no ficheiro Excel são inseridos e atualizados manualmente, para serem processados automaticamente através de fórmulas de maneira a obtermos informação correta para alimentar o sistema *kanban*.

Neste ficheiro é definido o tipo de caixa e quantidade por caixa de todos os componentes utilizados na montagem para cada posto de trabalho. De seguida são definidas as localizações físicas onde os componentes se encontram no supermercado e a posição onde as caixas dos mesmos devem ser inseridas nos diferentes postos de montagem. É também indicada a velocidade e quantidade de consumo, entre outros. Com estes dados o ficheiro realiza uma série de cálculos que fornecem informação necessária para a logística conseguir abastecer todos os postos de trabalho com o objetivo de minimizar quebras de abastecimento nas células de produção.

Atualmente todos estes processos têm de ser feitos com várias interações entre o Excel, SGI, aplicações, base de dados SQL e Microsoft Access. Existe desperdício de tempo por parte dos utilizadores no processamento dos dados e no excesso à informação.

O fluxo logístico de material no chão de fábrica só é correto após a correta alimentação da base de dados, impressão de *kanbans* atualizados, e constante migração de informação para o Excel que fornece dados da localização dos componentes nos supermercados. É por isso necessário também avaliar o fluxo de informação no chão de fábrica, informação contida nos *kanbans*, processo para se obter os dados das necessidades de nova produção e avaliação dos bordos de linha e correto dimensionamento do mesmo.

Com o desenvolvimento deste trabalho é esperado uma redução de quebras de abastecimento nos postos de trabalho da empresa, melhorando todo o fluxo logístico de material e informação no chão de fábrica, reduzindo trabalho em excesso e tempos de espera.

Também se pretende uma simplificação e alteração do método como são alimentados todos os dados que sustentam a informação presente no fluxo logístico, fazendo para isso a migração do cálculo e processamento logístico da cadeia de abastecimento para o Sistema de Gestão Industrial (SGI).

Após a otimização do modo de processamento manual e automático dos dados logísticos, é necessário avaliar os diferentes dados usados no ficheiro Excel, entradas e saídas, para se obter a correta migração do processamento para o Sistema de Gestão Industrial eliminando assim o excesso de trabalho na troca de informação, reduzindo a intervenção de vários utilizadores no sistema de gestão logística.

Metodologia

Para atingir os objetivos estabelecidos para o projeto foram definidos um conjunto de etapas, como seguidamente se descrevem. Numa primeira fase foi feita uma formação nos departamentos afetos à cadeia logística, tendo especial foco na maneira como é executado o fluxo de logístico de componentes dentro da empresa.

De seguida foi realizada uma avaliação ao ficheiro Excel responsável pela alimentação dos dados do sistema *kanban* e a todo o fluxo de informação onde esse ficheiro é utilizado, para compreensão das entradas, saídas, fórmulas de cálculo, interações, aplicações utilizadas, dependências, restrições do referido ficheiro e bases de dados.

Foi analisado o melhor método para migração da atual base de dados em Excel para o SGI utilizado na empresa, tendo sido crucial perceber o seu funcionamento, a melhor maneira de comunicar e respetiva inserção informação no mesmo, evitando a submissão de dados em excesso, tendo também em conta o estudo feito no ficheiro Excel.

Após avaliação da base de dados foi realizado uma análise à troca de informação no chão de fábrica. Foram avaliados os dados fornecidos pelos *kanbans*, folhas de necessidades por nova produção, e foram analisados os bordos de linha, implementando ações de melhoria ao sistema de maneira a facilitar todo o processo no chão de fábrica.

Por fim foi acompanhada a implementação da migração do ficheiro Excel para o sistema de gestão de informação com o departamento técnico, fazendo reuniões regulares, alimentando os dados inseridos no SGI, enquanto eram realizados testes à nova base de dados.

1.4. Estrutura do Documento

Este projeto encontra-se dividido em cinco capítulos, sendo eles a Introdução, Enquadramento Teórico, Caso de Estudo, Desenvolvimento do Projeto e Conclusões.

No primeiro capítulo é feita uma breve apresentação à empresa, produtos desenvolvidos e posição no mercado. Além da introdução à empresa é feito um

enquadramento do problema com a indústria atual, onde são definidos os principais objetivos do projeto proposto, acompanhado com a metodologia usada para resolver o problema.

No segundo capítulo é apresentada a revisão da literatura, com o suporte teórico necessário para a resolução e desenvolvimento do projeto, assim como os conceitos e métodos utilizados na empresa em estudo.

O terceiro capítulo é apresentado processo produtivo da empresa em estudo, assim como o fluxo logístico dos seus produtos, estudando também a troca de informação entre todos os intervenientes.

No capítulo 'Desenvolvimento do Projeto' são apresentados todos os problemas encontrados no desenrolar do trabalho através de ferramentas de qualidade, analisando os processos na empresa, e são exibidas todas as melhorias efetuadas ao longo do projeto desenvolvido. Também é feita uma análise aos resultados obtidos após implementação do desenvolvimento.

No último capítulo serão apresentadas as conclusões do projeto, terminando com algumas sugestões de melhoria para o futuro da empresa.

2. Enquadramento Teórico

Neste capítulo serão apresentados todos os conceitos e métodos utilizados na empresa em estudo.

2.1. Lean

Nos anos 40 a empresa *Toyota Motor Company* devido à grande competitividade no setor automóvel por outras empresas, sentiu necessidade de criar um sistema de produção inovador (Lander & Liker, 2007), o *Toyota Production System* (TPS). Nesses anos a produção em massa predominava na indústria automóvel, tendo sido um sistema criado por Frederick Taylor e Henry Ford, que se baseava no uso abundante de máquinas em detrimento do número de mão-de-obra.

Taiichi Ohno iniciou o desenvolvimento do TPS (Braglia, Carmignani, & Zammori, 2006; Coimbra, 2009), tendo sido mais tarde aprimorado por Shigeo Shingo. Originado deste sistema de produção, o *Lean thinking* foi desenvolvido, realçando a redução de desperdícios na cadeia de valor do produto (Pinto, 2014) focando-se na melhoria continua (Krijnen, 2007) enfatizando o aumento de valor num produto, tendo em conta que a criação de valor é visto como redução de custos (Hines, Holweg, & Rich, 2004).

A filosofia *Lean* utiliza várias práticas diferentes, como é exemplo a redução de recursos, estratégias de melhoria e *Just-in-Time* (JIT) (Pettersen, 2009).

Just-In-Time

Os princípios do pensamento *Lean* sugerem a eliminação de todas as fontes de desperdício, desta forma desenvolveu-se um sistema de operações capaz de gerar produtos e serviços de elevada qualidade a baixo custo. O sistema JIT é um dos alicerces do TPS e dos que mais contribuem para a implementação com sucesso de um sistema de gestão com base na filosofia *Lean* (Pinto, 2014). O sistema JIT envolve dois métodos, o sistema *kanban* e o nivelamento da produção (*heijunka*).

JIT é um sistema pull, em que só se efetua a produção de produto caso haja necessidade, sendo o Lead Time (prazo de entrega) do produto reduzido. Para o correto funcionamento a procura deve se encontrar estável (Ehrhardt, 1997).

Os 7 Desperdícios

As sete categorias de desperdícios foram primeiramente identificadas por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo no desenvolvimento do TPS (Pinto, 2014, pp. 13–17).

Os sete desperdícios são:

Sobreprodução – Esta é considerada a mais crítica dos sete tipos de desperdícios, pois quando se produz mais do que o preciso, todas as outras categorias sofrem consequências.

Esperas – Esta categoria refere-se a tempo que se perde em esperas, podendo ser de produto, informação ou autorização.

Desperdício do próprio processo – Esta categoria refere-se a procedimentos não necessários que são realizados. Algumas maneiras de evitar este desperdício é efetuando formações.

Transporte – O transporte de peças de um sítio para o outro acrescenta custos, aumentam tempos de fabrico e a peças não conformes por consequência de transporte não necessário. Para corrigir este desperdício pode ser necessário a correção de layouts.

Stock – Excesso de produto acabado ou de matéria-prima causa lead times mais compridos e custos de armazenagem maiores. De maneira a evitar stocks é procurar os pontos onde há tendência para existir armazenagem, e estudar as causas para isso acontecer.

Movimentação – Refere-se ao movimento que é desnecessário efetuar numa ação ou operação. Isto pode dever-se a falta de formação das pessoas ou desmotivação.

Defeitos – A existência de peças defeituosas pode provocar o retrabalho, componentes para sucata ou necessidade de nova produção para substituir a não conforme.

Sistema Pull

O sistema pull é um método de planeamento que mantém uma quantidade reduzida de *work-in-process* (WIP). Na produção pull apenas se produz o que o cliente pede. Tem como objetivo a redução de desperdício e aumento da qualidade. Com este sistema a produção passa a ser controlada pela vontade do cliente e não pelo fabricante, sendo que apenas define o ritmo de produção (Ohno, 1988).

2.2. Logística

A logística teve as suas origens em guerras, sendo que muitas foram ganhas pela capacidade e entendimento logístico. Apesar de há muito tempo se falar em logística, apenas num passado recente se tem vindo a implementar as suas ideias em organizações empresariais. O entendimento do que é logística tem vindo a evoluir ao longo das décadas, sendo agora definido como o processo estratégico de planeamento e controlo dos fluxos de serviços, informação e produtos, controlado desde a origem até ao cliente final (Stock, Greis, & Kasarda, 2000).

Nos dias de hoje a eficiência da cadeia de abastecimento é uma preocupação constante, e a redução de custos e a satisfação do cliente é uma constante (Goomas, 2012).

Mizusumashi

Os *mizusumashis* são operadores responsáveis por abastecer componentes em determinadas linhas de produção com as suas mãos ou comboios movimentados pelos mesmos (Miwa, Nomura, & Takakuwa, 2017), efetuando rotas fixas. São responsáveis pela movimentação de componentes inseridos nas ordens de produção, entre supermercados e respetivos postos de trabalho.

O trabalho dos *mizusumashis* é de grande importância, porque ao abastecerem as linhas de montagem têm de garantir a inexistência de falhas nos componentes transportados, para evitar quebras de abastecimento.

2.3. Sistemas de Informação

Segundo Silva e Videira (2001) um sistema de informação é considerado um conjunto integrado de recursos com a finalidade de garantir a satisfação das necessidades de informação de uma empresa.

Os sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP) tiveram a sua origem nos Estados Unidos da América, na década de 80. Estes sistemas funcionam de maneira a assistir a gestão integrada dos diferentes processos nos vários departamentos de uma organização (Jituri, Fleck, & Ahmad, 2018).

De acordo com Jenab et al. (2019) os sistemas ERP são muito úteis no planeamento de recursos dentro de uma empresa, pois armazena todas as informações e permite que os gerentes consigam ter maior acessibilidade aos dados. O acesso a dados credíveis ao se eliminar informação repetida ou desnecessária, o aumento de produtividade e a redução de pessoal são alguns dos benefícios na implementação destes softwares.

Apesar dos benefícios na implementação de um sistema ERP, existem algumas dificuldades, entre elas os elevados custos e o grande impacto na ocorrência de erros caso sejam registados dados incorretos.

2.4. Sistema *Kanban*

O sistema *kanban* foi primeiramente introduzido pelo vice-presidente da *Toyota Motor Company*, Mr. Taiichi Ohno. A palavra *kanban* é de origem Japonesa e traduz-se por cartão de aviso. Tem por base o planeamento com base na procura (Gross & Mcinnis, 2003). Originalmente, a Toyota utilizou o *kanban* como forma de reduzir custos e gerir a utilização das máquinas.

É mais usado nos tipos de produção JIT, onde só os produtos necessários são usados no tempo certo e em quantidades certas (Sugimori, Kusunoki, Cho, & Uchikawa, 1977). Com isto apenas a quantidade necessária é produzida, de maneira a evitar stock e sobreprodução, o pior desperdício da filosofia *Lean*.

A primeira versão de *kanbans* usada, estreada pela empresa Toyota, foi a “*two-card Kanban*” (Hopp & Spearman, 2004). O sistema consistia no uso de cartas de movimentação, que significava que os componentes estavam em movimento com o *kanban* agarrado, o mesmo serviria para avisar o manipulador com o intuito de dar informação sobre a posição onde os componentes seriam necessários. A outra carta usada seria a de produção, que permitia o início de produção. Depois da permissão, o operário fazia a montagem.

O *kanban* tradicional é um sistema que é maioritariamente usado em empresas que usam o sistema pull de produtos standard e é um método de controlo de gestão de produção e nos fluxos de informação que utiliza cartões *kanban* de maneira a planear a produção com base no ritmo da procura do cliente (Naufal, Jaffar, Yusoff, & Hayati, 2012). Este sistema assegura a boa prática do *Just-In-Time* ao garantir que é obtida a peça certa no momento exato, assegurando a eliminação de stock.

O uso dos cartões *kanban* é um dos métodos mais eficazes no controlo de inventário, garantindo a diminuição de stock e ruturas (Mukhopadhyay & Shanker, 2005),

apesar disso existem algumas circunstâncias em que o método *kanban* é de difícil implementação, como é o caso de empresas onde existem grandes variações e imprevisibilidades de procura.

Kanban Genérico

Chang e Yih (1994) propuseram um esquema diferente de *kanban* caso ocorresse a existência de procura variável, o método do *kanban* genérico, que se torna uma solução e ótima alternativa aos sistemas *kanban* tradicionais. O número de *kanbans* e tamanhos de lote afeta o desempenho no sistema de *kanban* genéricos (Martin & Kincaid, 1998). A produção num sistema *kanban* genérico vai por duas fases, a aquisição do *kanban* e a fase de produção. Quando a fase de produção termina, o *kanban* é restabelecido e usado na próxima procura.

2.5. Modelação de Processos

De acordo com Chinosi e Trombetta (2012) a modelação de processos permite ao utilizador representar vários processos, tanto físicos como digitais, assim como a troca de informação presente num processo, podendo analisar o que está mal ou o que pode ser melhorado, de modo a possivelmente efetuar alterações ao processo mais facilmente. O objetivo da modelação de processos é melhorar a qualidade e eficiência.

Business Process Model and Notation

Entre as mais variadas possibilidades de uniformização de linguagem, de maneira a tornar perceptível a todos os utilizadores, o uso do *Business Process Model and Notation* (BPMN) é uma das mais utilizadas devido à sua simplicidade (Geiger, Harrer, Lenhard, & Wirtz, 2016). O principal objetivo do BPMN é a mostrar com clareza como os diferentes participantes interagem e trocam informação (Kožíšek, Vrana, & Modelling, 2017).

3. Caso de Estudo

Neste capítulo é introduzido o projeto, começando por explicar todo o processo produtivo, respetivo fluxo de informação, base de dados utilizada na empresa, *kanban* e atual método de alimentação dos dados. É apresentada a informação necessária para a compreensão do desenvolvimento do projeto e respetivos resultados.

3.1. Processo Produtivo

3.1.1 Sobre o Fluxo Produtivo

O fluxo produtivo na empresa em estudo inicia de duas maneiras diferentes, pela aquisição de matéria-prima ou pela aquisição de componentes. Caso ocorra a aquisição de matéria-prima, a mesma segue para o processo de transformação, sendo efetuada a injeção de polímeros, de maneira a se obter diversos componentes para se efetuar a produção, tanto de produtos intermédios como de produtos finais.

Concluída a injeção, se o componente não se encontrar em fluxo, isto é, se não for de seguida montado na célula perto da máquina de injeção onde está a ser transformado, é necessário o armazenar em caixas de plástico que são, posteriormente, transportadas para o armazém central, podendo ser deslocado para o supermercado ou para posição em palete. Os diferentes supermercados onde os componentes injetados podem ser colocados são em carro ou em estante, sendo que os componentes destinados aos supermercados em carro são os componentes utilizados no método *pull*, não sendo necessário transportar os mesmos para o armazém central. As peças adquiridas são também armazenadas ou no armazém a elas destinadas, ou nos supermercados em estante.

Após o armazenamento dos componentes, são transportadas as caixas das peças para a célula de montagem destinada, através de colaboradores alocados a determinada rota. Nos postos de trabalho os componentes são então montados, criando ou produtos intermédios ou finais. Os produtos intermédios são armazenados no armazém central para futuramente serem usados de novo. Os finais são deslocados para o armazém de produto acabado para acabarem o processo ao serem expedidos para o cliente.



Figura 6 - Planta da Empresa

3.1.2 Sobre os Kanbans e Caixas

Para acompanhar todo o fluxo de componentes adquiridos, injetados ou intermédios no chão de fábrica na empresa são utilizados *kanbans* que indicam a descrição e código do componente, tipo de caixa, quantidade, origem (supermercado), destino (bordo de linha) e quantidade de caixas necessárias a serem deslocadas para o posto de trabalho no início de uma nova produção. O objetivo do uso de *kanbans* na empresa é melhorar o fluxo de informação, aperfeiçoando consequentemente a gestão de stock e simplificação do processo de planeamento de produção.

Na empresa em estudo o tipo de *kanban* de movimentação utilizado é o genérico, devido à grande quantidade de peças diferentes que são utilizadas diariamente em todos

os postos de trabalho no chão de fábrica, devido ao facto que todos os dias são efetuados produtos finais diferentes nas várias células.

O outro tipo de *kanban* utilizado é o de produção, e serve de sinalização para necessidade de produção de componentes em injeção, sendo apenas usados em peças que utilizam o sistema *pull*. Este *kanban* representa a quantidade de caixas por palete. É usado, como dito anteriormente, carro para armazenar, ao invés de supermercado em estante, para maior facilidade no sistema *pull*.

Os *kanbans* de movimentação são então inseridos em caixas de componentes, para informar o tipo de componente a circular nas caixas, e a quantidade do mesmo inserido dentro da caixa.

Existem seis diferentes caixas standard utilizadas na empresa para a movimentação de componentes, cada uma com tamanhos diferentes de modo a facilitar o fluxo de peças, sendo determinadas as caixas de acordo com tamanhos dos componentes, pesos e quantidade a ser inserida em cada.

Os componentes adquiridos vêm do fornecedor em caixas de cartão do mesmo tamanho das caixas standard, evitando assim o retrabalho na transferência de peças da caixa de cartão para a caixa de plástico standard.

As peças são então alocadas às caixas de plástico, não sendo possível para um componente se deslocar em dois tipos de caixas diferentes. É decidido numa base de dados qual o tipo de caixa que é utilizada para determinado componente, e a quantidade que consegue ser inserida no mesmo.



Figura 7 - Caixas Standard

O standard de caixas definido possibilita maior facilidade na realização de cálculos para dimensionamento de supermercados e especialmente bordos de linha, pois é obtida a informação sempre correta do tipo e tamanho da caixa onde o componente vai deslocado, podendo desta maneira comparar as medidas da caixa com o tamanho que deve existir no bordo de linha para inserir as caixas da peça para ser montado o produto final.

3.1.3 Sobre a armazenagem

Existem três opções de armazenagem de componentes, como dito anteriormente. Os componentes adquiridos podem ser armazenados nos armazéns de adquiridos, sendo depois alocados aos supermercados quando necessário.

Os componentes injetados após injeção podem ser colocados em supermercados em carro, no caso dos componentes injetados mais utilizados, ou deslocados para o armazém central da empresa, para depois serem alocados aos supermercados em estantes ou posicionando-os em paletes perto dos supermercados em estante, podendo ter posição fixa nos mesmos ou posição variável.

Após deslocação dos componentes para as células de montagem, são obtidos dois tipos de produtos após produção, produtos intermédios ou produtos finais. Os produtos intermédios podem ser válvulas ou torneiras, que são colocados em caixas de plástico novamente, sendo depois utilizados para efetuar produtos finais como autoclismos. Os produtos intermédios são então montados nos postos de trabalho e são depois deslocados novamente ou para supermercados em estantes ou para o armazém central. São movimentados para os postos de trabalho novamente quando necessário para serem montados em produtos finais.

Os produtos finais produzidos nas células são colocados em caixas de cartão e são inseridos em paletes após montagem e deslocados para o armazém de produto final.

Visto que na OLI são produzidos muitos produtos diferentes, contendo muitas peças diferentes cada, para decidir se os componentes devem ter posição definida no supermercado ou se são colocados em posição variável é feita uma atualização regular através de análises ABC de utilização de peças num determinado período de tempo, para se decidir quais os componentes a alocar os componentes a supermercados de estante ou paleta, posicionando os restantes nos supermercados de peças variáveis.

3.2. Fluxo Logístico

O entendimento do fluxo logístico dentro da empresa é importante para perceber como se faz a troca de informação que acompanha a deslocação das peças, assim como o caminho feito pelas peças, desde a aquisição ou injeção, até à montagem. De seguida vai ser explicado todo o processo de deslocação de produto, assim como a troca de informação entre as entidades necessárias no fluxo.

Para começar o processo, depois de se ter conhecimento das encomendas que chegaram à empresa e da respetiva quantidade do produto em causa, é verificado que componentes são necessários para produzir esse mesmo produto, quando são precisos e a quantidade. Caso exista alguma peça em falta (rutura), é verificado se esse componente é adquirido ou injetado. Caso seja adquirido é feito um pedido de compra dessa peça. Na possibilidade de ser um componente injetado, é feito um pedido para se fazer injeção do componente. Após a injeção dos componentes necessários e respetivo posicionamento dos mesmos nas caixas indicadas, e após a receção das peças adquiridas, pode começar o procedimento do operador logístico.

Relativamente aos operadores logísticos, estes estão alocados em 3 posições diferentes no chão de fábrica, sendo essas posições a injeção, armazém e deslocação de componentes aos postos de trabalho (*mizusumashis*).

Injeção

Para começar o processo dos abastecedores inseridos na injeção, após a respetiva injeção das peças necessárias, o abastecedor pega na paleta com as caixas do componente, passa pelo posto de trabalho de ruturas e verifica no computador se o código dessa peça se encontra na lista de ruturas. Caso não esteja, transporta-o diretamente para o armazém. Caso contrário, o abastecedor tem de procurar o lote de *kanbans* com o código do componente nas caixas de *kanbans* de ruturas. Daqui podem se dar dois casos, se houver um pedido para inserir as caixas de componentes diretamente no supermercado insere-se o número de caixas de componentes indicadas (com *kanbans*) no supermercado e o que sobrar vai para o armazém. Se não houver pedido para ir para a zona de supermercado vai diretamente para o armazém. Ao ir para o armazém o abastecedor tem de identificar o sítio onde colocou a paleta no armazém através de um leitor de código de barras.

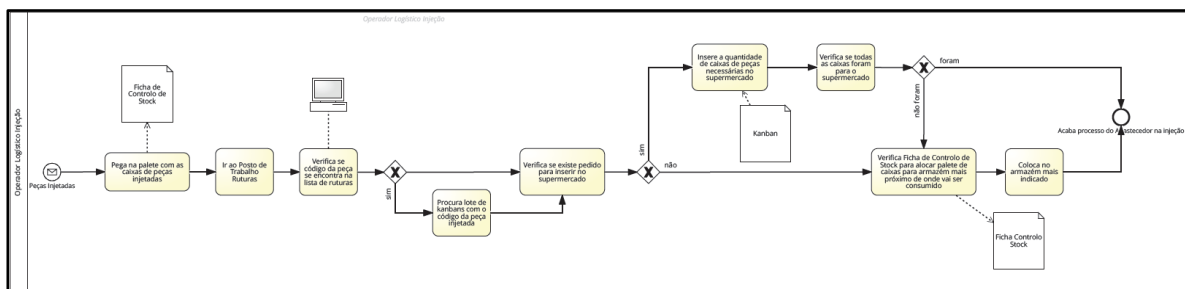


Figura 8 - BPMN de Operador Logístico alocado à Injeção

- Armazém Central

Na zona do armazém central os abastecedores têm de verificar os sequenciadores (geral e prioritário) e, seguindo a ordem de fabrico, veem os códigos dos lotes e as quantidades de caixas precisas e vão abastecendo os supermercados nos locais indicados pelos *kanbans*. No caso de componentes que não têm lugar específico no supermercado (componentes com posição de supermercado variável, usualmente componentes menos utilizados nas células), os *mizusumashis* fazem pedido diretamente no sequenciador prioritário e os abastecedores inserem as caixas pedidas dos componentes nos locais destinados a componentes sem posição específica no supermercado. As caixas de componentes têm de ir sempre identificadas, ou seja, sempre que o abastecedor insere a caixa no supermercado tem de meter em cada caixa o *kanban* correspondente.

Quando a paleta de componentes localizada no armazém é totalmente consumida, fazendo com que o código de componente não se encontre no local, o abastecedor tem de colocar os *kanbans* do código em falta na caixa de rutura. Caso o componente em falta seja injetado, coloca os *kanbans* na caixa de rutura de injetados, no caso dos adquiridos, coloca os *kanbans* na caixa de rutura dos adquiridos.

As paletes de caixas de componentes armazenadas no armazém são sempre acompanhadas com uma folha onde se encontra o local para onde esses componentes vão ser consumidos. O abastecedor tem de ter sempre cuidado de inserir as paletes com caixas nos sítios mais próximos onde vão ser consumidos esses componentes, dependendo da disponibilidade de espaço no armazém destinado à paleta.

Os *mizusumashis* entretanto levam os produtos para os bordos de linha onde é feita a montagem (explicado a seguir).

Feita a montagem, os produtos montados tanto podem ser finais (autoclismos interiores, exteriores e falsos) como intermédios (produto que é usado posteriormente como por exemplo torneiras e válvulas). Os produtos finais são embalados em caixas de cartão e os intermédios vão para as caixas standard de plástico. Os *mizusumashis* colocam

os produtos montados nas paletes e após completada uma paleta tem de colocar o cartão “Recolha de Produto | Abastecer Pallet” no sequenciador para que o abastecedor passe, leve a paleta ou para o armazém (produto intermédio) ou para o “armazém 300” (produto final), e volte ao posto de onde tirou a paleta com outra paleta. Os produtos (intermédios e finais) são colocados na paleta pelos *mizusumashis* ou, em alguns postos, por robots automatizados para o mesmo.

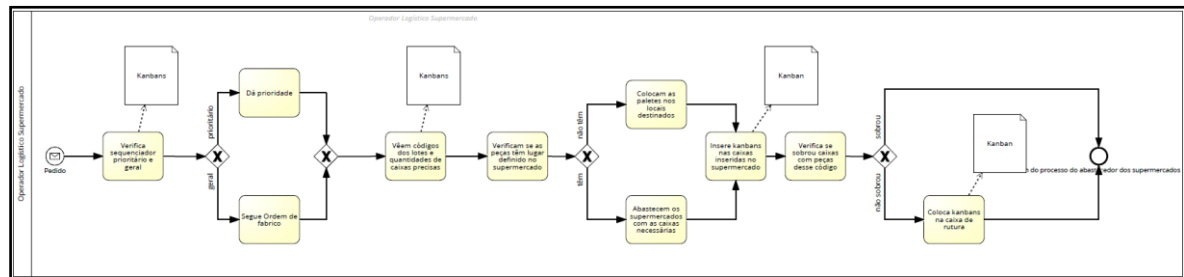


Figura 9 - BPMN de Operador Logístico alocado aos Supermercados

- Mizusumashi

Os *mizusumashis* têm um circuito fixo, onde têm de passar por vários bordos de linha diferentes. Diferentes *mizusumashis* possuem diferentes circuitos e nesses circuitos têm bordos de linha indicados para cada um.

Quando os *mizusumashis* passam pelos bordos de linha retiram as caixas vazias das mesmas, retirando o *kanban* associado a cada caixa e inserem os mesmos nas carruagens do bordo de linha correspondente. As caixas vazias são depositadas no sítio indicado às mesmas no armazém para serem transportadas posteriormente pelos abastecedores para a injeção, de modo a que sejam novamente carregadas de peças injetadas.

Os *mizusumashis* seguem para o supermercado onde abastecem as estantes giratórias com caixas de componentes que são necessários para montagem nos diferentes bordos de linha. Os *kanbans* de movimentação retirados das caixas vazias inserem-nos nos quadros de construção de lote. Nesses quadros, ao preencher um lote de um determinado produto insere-se o lote de *kanbans* nos sequenciadores para o abastecedor saber que tem de repor os diferentes componentes nos variados supermercados e também a quantidade necessária a ser reposta. Sequenciadores esses que podem ser de dois tipos, gerais e prioritários. Os prioritários são usados para produtos com posição de supermercado variável (não tendo posição fixa no supermercado).

Depois vão abastecer os bordos com as caixas de componentes cheias, enquanto retiram as caixas vazias. Quando num posto de trabalho é planeado fazer um produto diferente, as chefes de linha inserem uma folha de necessidade de nova produção (necessidade por *shop order* ou *querys*) no sequenciador de produto (ou quadro de nivelamento), com duas horas de antecedência, os *mizusumashis* apanham essas *querys* e preparam os componentes necessários para transportar para esse bordo de linha. É feito isso com duas horas de antecedência para que se consiga preparar a tempo os componentes, devido à existência de códigos de componentes com posição de supermercado variável que têm de ser pedidos ao abastecedor, e para quando chegar a hora de ser produzido um novo produto, os componentes estejam no bordo de linha prontos a ser montados. Se na *query* vier um código com posição de supermercado VAR faz-se o pedido aos abastecedores (no sequenciador prioritário) para inserir as caixas de componentes necessárias nos supermercados de paletes ou de variáveis.

Quem opera os comboios logísticos também está responsável por meter caixas de produtos acabados em paletes.

Este processo dos *mizusumashis* tem de ser o mais intuitivo possível, pois qualquer falha ou atraso pode ter como consequência perda de produção.

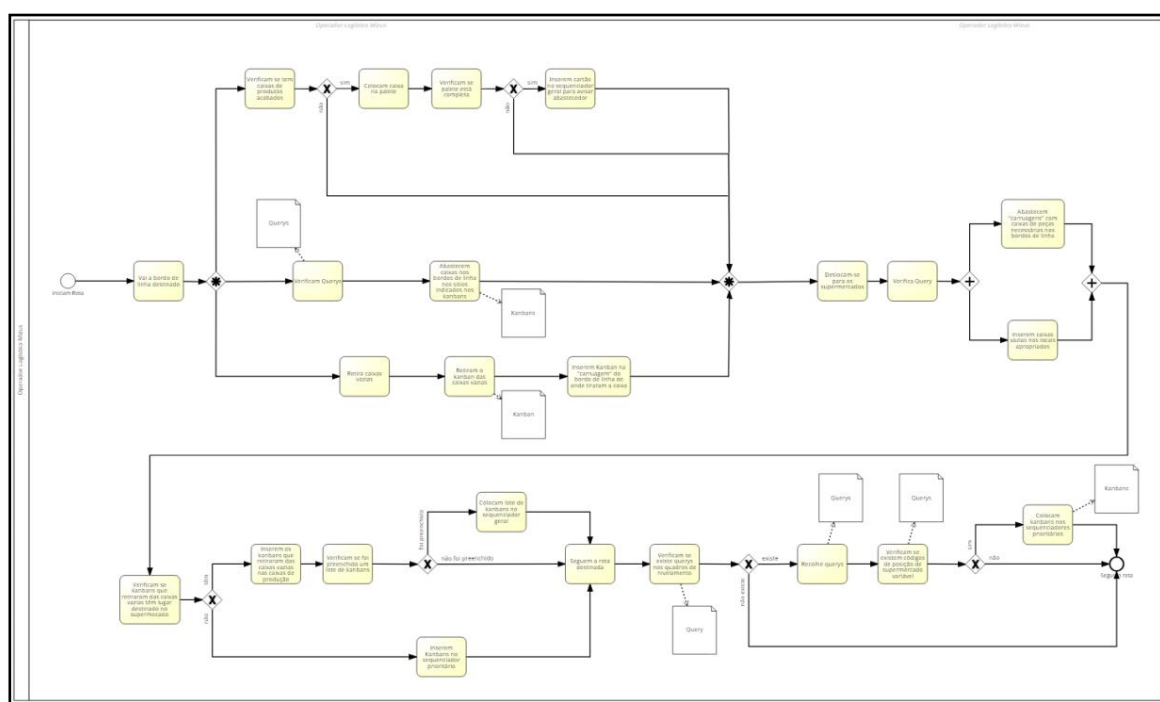


Figura 10 - BPMN de Operador Logístico alocado aos Comboios Logísticos

- Montagem

Depois do departamento de planeamento decidir a que hora e que quantidades de produtos têm de ser montados nos diferentes bordos de linha, a chefe de linha imprime a *query* do código que vem no plano de produção e insere-a na caixa de produção na posição de estante onde vai ser mudada a produção de determinado bordo de linha. Nessa *query* vem os dados dos locais no supermercado onde se encontram os componentes necessários à montagem, dados esses que são usados pelos *mizusumashis*.

Os operadores associados aos comboios logísticos recolhem as caixas e nos *kanbans* das caixas é indicado o local no bordo de linha onde se deve colocar as caixas desse componente.

Depois de colocadas as caixas no bordo de linha é iniciada a montagem do produto. É feito o produto e os *mizusumashis* vão colocando as caixas de produto montado nas paletes.

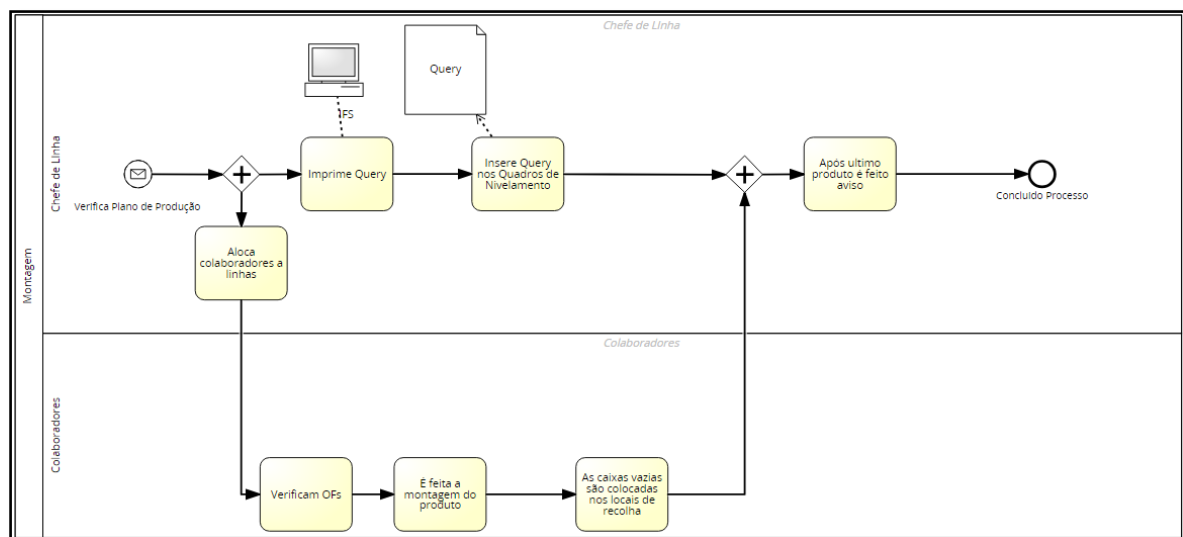


Figura 11 - BPMN do Processo na Montagem

3.3. Base de Dados

A base de dados em Excel, denominada por “Mestre Células”, utilizada na empresa em estudo é, como dito anteriormente, a principal e única alimentadora do sistema *kanban*. De seguida vamos explicar o processo atual, que dados têm de ser inseridos, retirados e automaticamente calculados.

O processo é iniciado pelos utilizadores do departamento de engenharia, que analisam a estrutura de produto no sistema de informação (SI) da empresa, verificando as

alterações feitas ao mesmo. Após isso é determinado qual a operação standard a ser feita ou é efetuada e determinada a cadência (*routing*) no IFS. No SI é sempre necessário associar o produto a um ou mais postos de trabalho, determinando também os meios de produção necessários para efetuar a montagem do mesmo. Depois é avaliado o espaço no bordo de linha, verificando se existe espaço no mesmo para inserir componentes. Caso não haja é avaliado o que é necessário alterar, se é preciso criar um código intermédio, se é preciso aumentar o bordo de linha ou se se tem de redefinir a contentorização. Após isto é definida e confirmada a sequência de montagem. Para ajudar a montagem dos produtos é feito também pelos responsáveis associados ao departamento de engenharia um documento intitulado por instrução de manufatura (IM) que ajuda os operadores da montagem a efetuar o produto final. Por fim, é feito o cálculo de tempos com recurso ao MTM (*Methods Time Measurement*).

Para ter acesso aos dados necessários para atualizar o Excel o utilizador vai ao sistema de gestão IFS ver os relatórios (*quick reports*) para saber em que postos de trabalho os diferentes códigos são usados.

Tabela 1 - Tabela de saídas após criação de Routings

Entradas		Saídas
Criação de <i>Routing</i>	—————>	<i>Quick Reports</i>
Posto de trabalho		Código "filho"
Produto final		Posto de trabalho
Sequência de montagem		Descrição
Meios de produção		
Tempos de ciclo		
Tempos de setup		

Entradas

De modo a ter o sistema atualizado, e tendo já os dados fornecidos pelo *quick reports* organizados, começa-se por atribuir a família e grupo onde o determinado código vai ser usado.

Grupo	Celula 1 WORK CENTER (IFS)	Família	Código	Linha Nova	Mostrar/Ocultar Info PR
Placas	PC001	PLC	AP100696001	MOLA P/PLACA COM ORIENT INT	

Figura 12 - Código do Componente e Posto de Trabalho

É neste ponto que é determinado para os diferentes componentes o tipo de caixa e a quantidade do mesmo que consegue ser inserida nessa caixa inserindo também o fator de incorporação (quantidade do componente) necessário para produzir um produto final.

Tendo o tipo de caixa definida, é necessário decidir, para o posto de trabalho em causa, em que posição pode ser colocada no bordo de linha mostrado no Anexo 1. A empresa tem as posições nos bordos de linha indicados por etiquetas, sendo que atualmente, se houver um novo produto, o departamento de engenharia tem de ir ao posto de trabalho indicado, e avaliar em que posições podem ser inseridas as caixas dos diferentes componentes para efetuar um produto final.

CAIXA	QTD	FI	BL Posto	BL Nível	BL Posição
B/CRT	2500	2	1	2	1

Figura 13 - Tipo de Caixa, Quantidade e Posição no Bordo de Linha

Para terminar o processo de inserção de dados por parte do departamento de engenharia é necessário indicar o tempo de ciclo do produto final para cada código e o número de células onde esse código é inserido na base de dados Excel.

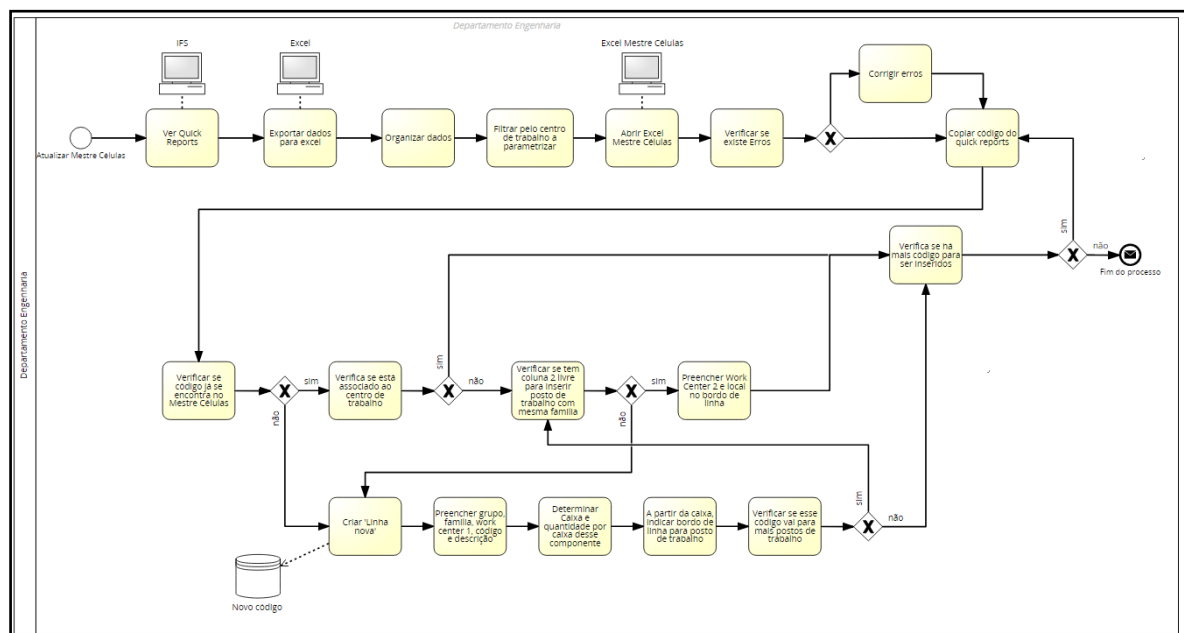


Figura 14 - BPMN Inserir Dados no Excel

Após isto, o departamento de logística insere os dados dos locais onde as caixas de componentes vão ser inseridas nos supermercados.

SUP Posto	SUP Nível	SUP Posição
E	4	1

Figura 15 - Posição no Supermercado

Saídas

Após inseridos todos os dados, o Excel calcula através de diversas fórmulas os dados necessários para alimentar o sistema *kanban*. Neste momento, o principal objetivo destes cálculos é garantir que não há quebras de abastecimento por parte dos operadores que deslocam os *mizusumashis* nos postos de trabalho.

Tendo em conta que todos os tempos das rotas dos *mizusumashis*, quantidades de caixas a serem transportadas e tamanhos de lotes são fornecidos pelo Mestre Células, no Anexo 2, é necessário compreender como são efetuados esses cálculos. Para o bom funcionamento do sistema *kanban*, será explicado de seguida as fórmulas calculadas automaticamente na base de dados em Excel.

- Necessidades por Ciclo do Mizusumashi

Cada posto de trabalho tem um *mizusumashi* correspondente. A base de dados indica, para determinado posto, a rota do mesmo, que corresponde a determinado posto, e o tempo de ciclo que esse *mizusumashi* demora a percorrer. Também pode ocorrer que o posto de trabalho não tenha um *mizusumashi* correspondente, nesse caso é usado um tempo por defeito. De notar também que cada código no Excel tem o tempo de ciclo do produto final.

A fórmula usada para calcular é;

$$\text{Necessidade por Ciclo Mizu} = \frac{\text{Ciclo Mizu}}{\text{Tempo de Ciclo}} \times \text{Fator de Incorporação}$$

Esta fórmula irá calcular a quantidade de componente consumido no posto de trabalho enquanto o *mizusumashi* efetua a sua rota. No caso do código anteriormente apresentado, sabemos que o tempo de ciclo é de 45 segundos e o fator de incorporação é 2 componentes. O ciclo *mizusumashi* que passa no posto de trabalho PC001 demora 2400 segundos a percorrer a rota.

Assim sendo, após efetuado o cálculo, seriam consumidos 107 componentes durante a rota do *mizusumashi*.

- Caixas no Bordo de Linha

Para calcular a quantidade de caixas a serem levadas no início de produção para determinado bordo de linha é preciso obter os dados da Necessidade por Ciclo *Mizusumashi* e a quantidade de componentes que vem na caixa.

A fórmula usada para calcular a quantidade de caixas necessárias no bordo de linha é;

$$\text{Caixas no Bordo de Linha} = \frac{\text{Necessidade Ciclo Mizu} \times 2}{\text{Quantidade}} + 1$$

Para o exemplo dado, temos que conseguem ser inseridas dentro da caixa B/CRT cerca de 2500 componentes do código (quantidade). A necessidade por ciclo *mizu* anteriormente calculada é de 107 componentes. Na fórmula usada é multiplicado a necessidade por ciclo *mizu* por dois para garantir a quantidade de peças para duas rotas do *mizusumashi*. É calculado desta forma devido a ocorrências de mudanças de produção nas células. Por fim é somado por 1 para garantir stock de segurança no posto de trabalho.

Após efetuado o cálculo, para o exemplo dado, garantimos que a quantidade de caixas necessárias no bordo de linha do componente em causa é de 2 para que não haja quebras de abastecimento durante o ciclo do *mizusumashi*.

- Caixas para Formar Lote

Este dado indica a quantidade de caixas que necessitam ser consumidas pelos postos para que seja necessário a reposição nos supermercados por parte dos abastecedores.

Para calcular a quantidade de caixas necessárias para formar um lote a fórmula usada é;

$$\text{Caixas para Formar Lote} = \frac{\text{Tempo Lote Supermercado} \times N^{\circ} \text{ Células} \times FI}{\text{Tempo de Ciclo} \times \text{Quantidade}}$$

O tempo de lote de supermercado é o tempo máximo que o operador logístico, neste caso, o abastecedor, demora a verificar os sequenciadores nos supermercados. Esse tempo é de 1 hora e 40 minutos (6000 segundos). Este número é multiplicado pelo número de células onde o componente pode ser usado, e pela quantidade necessária do componente para fazer um produto final. Feita a multiplicação, divide-se pela multiplicação o tempo que demora a ser feito o produto pela quantidade existente na caixa. Como no exemplo dado a quantidade que vem do componente nas caixas é um número elevado, o

resultado desta fórmula para o exemplo dado será de apenas 1 caixa necessária para formar lote.

- Caixas Consumidas Durante o Tempo de Reabastecimento (CCDTR)

Os *mizus* vão retirando caixas do supermercado e a montagem vai consumindo as peças para produzir o produto. Enquanto são consumidas as caixas é necessário garantir o stock nos supermercados até que seja garantido o seu reabastecimento por parte dos abastecedores. Para isso é feito o seguinte cálculo;

$$CCDTR = \frac{\text{Tempo de Reposição para o Repacking} \times N^{\circ} \text{ Células} \times FI}{\text{Tempo de Ciclo} \times \text{Quantidade}}$$

O tempo máximo calculado para que o abastecedor consiga reabastecer o supermercado é de 10800 segundos (correspondente a 3 horas), sendo esse tempo denominado de tempo de reposição para o *repacking*. Calcula-se a quantidade de caixas necessárias no supermercado para garantir o stock de segurança usando o mesmo método usado para calcular as caixas para formar lote. Para o exemplo dado, o resultado seria de 1 caixa consumida durante o tempo em que o abastecedor abastece.

- Caixas Necessárias no Supermercado

Para calcular o total de caixas necessárias no supermercado temos de ter em conta o tempo que o abastecedor demora a ver os sequenciadores, o tempo que o abastecedor demora a reabastecer o supermercado, e a quantidade de caixas que são consumidas nos postos de montagem. Sendo assim, para calcular o pedido soma-se a quantidade de caixas calculadas nas fórmulas, tendo em conta todos os tempos para movimentar caixas. A fórmula é a seguinte;

$$\text{Caixas Necessárias no Supermercado} = (N^{\circ} \text{ Células} \times CBL) + CFL + CCDTR$$

Usando mais uma vez o exemplo, temos que as caixas necessárias no supermercado para não haver rutura serão de 8 caixas ao todo.

Necessidade / Ciclo Mizu	Caixas No Bordo de Linha	Caixas para Formar o Lote	Caixas Consumidas Durante o Tempo de Re-Abastecimento	Caixas Necessárias no Supermercado
107	2	1	1	8

Figura 16 - Cálculos Automáticos

- Número de Caixas por Corredor

A fórmula usada é;

$$N^{\circ} \text{ Caixas por Corredor} = \frac{2400}{\text{Profundidade (caixa)}}$$

Com esta fórmula é calculado quantas caixas podem ser colocadas num corredor do supermercado. Sendo que um corredor tem uma medida aproximada de 2400 milímetros, divide-se este número pela medida da profundidade da caixa usada. Se para o componente for usado uma caixa pequena, espera-se que o número de caixas por corredor seja elevado, e o contrário é esperado se for usada uma caixa grande. Tendo em conta que para o exemplo usado o tipo de caixa (B/CRT) tem uma profundidade de 300 milímetros, o número de caixas que se consegue inserir num corredor desse tipo de caixa é de 8 caixas.

- Corredores

$$\text{Corredores} = \frac{\text{Caixas Necessárias no Supermercado}}{N^{\circ} \text{ Caixas por Corredor}}$$

Esta fórmula é usada para calcular o número de corredores no supermercado necessários para inserir as caixas do respetivo código. Caso o valor tenha décimas, este valor é arredondado para cima. No exemplo usado seria apenas necessário um corredor.

- Total de Caixas Ajustado (TCA)

Sendo que o objetivo é aproveitar ao máximo o espaço usado, esta fórmula é usada para ajustar a quantidade de caixas de determinado componente que o supermercado consegue ter após ser determinada a quantidade de corredores.

$$\text{Total de Caixas Ajustado} = \text{Corredores} \times N^{\circ} \text{ Caixas por Corredor}$$

Esta fórmula é usada principalmente quando o valor da fórmula de cálculo do número de corredores tenha casas decimais. Por coincidência, para o exemplo usado como o valor de corredores é 1 sem casas decimais, é esperado que o valor total de caixas ajustado seja de 8.

- Total do Lote Ajustado (TLA)

Aqui é calculado o total de lote de reabastecimento, ajustado aos corredores e quantidade de caixas ajustadas no supermercado.

$$TLA = TCA - CCDTR - (N^{\circ} \text{ Células} \times \text{Caixas no Bordo de Linha} - 1) - 1$$

Nº Caixas / Corredor	Corredores	Total de Caixas Ajustado	Tamanho do Lote Ajustado
8	1	8	1

Figura 17 - Continuação Cálculos Automáticos

Tabela 2 - Saídas após inserção de dados

Entradas		Saídas
Mestre Células	→	Mestre Células
Grupo		Necessidade / Ciclo Mizu
Família		Caixas No Bordo de Linha
Caixa		Caixas para Formar o Lote
Quantidade por Caixa		Caixas Consumidas Durante o Tempo de Reabastecimento
Fator de Incorporação		Caixas Necessárias no Supermercado
Posição no Posto de Trabalho		Nº Caixas / Corredor
Tempo de Ciclo (s)		Corredores
Número de Células		Total de Caixas Ajustado
Localização no Supermercado		Tamanho do Lote Ajustado

Impressão de *Kanbans*

Após obtidos os resultados dos cálculos anteriormente definidos, e após o departamento de logística indicar os componentes que têm de ser inseridos em supermercado e a localização no mesmo, é feita a impressão de *kanbans*. Para ser feita a impressão de *kanbans*, é necessário ter os dados no Excel bem definidos e calculados. Os dados para impressão de *kanbans* são fornecidos através de macros.

De seguida, após termos os dados para impressão de *kanbans* necessários, são inseridos esses dados no Microsoft Access. Usando os *templates* inseridos no Microsoft Access, o departamento de logística decide quais os tipos de *kanbans* necessários a ser impressos e de seguida é feita a impressão dos mesmos.

A informação disponível no *kanbans* é reduzida devido ao tamanho do cartão e ao método como a informação é alocada no Excel da base de dados. No *kanban* de movimentação podemos verificar os dados das posições onde o componente deve ser colocado em dois postos de trabalho diferentes e a posição de origem no supermercado.

Os *kanbans* de movimentação impressos indicam também a quantidade de caixas iniciais a serem levadas para o bordo de linha após pedido de nova produção. Essa informação é usada de maneira a evitar quebras de abastecimento na célula de montagem tendo sempre em conta o tempo de ciclo do *mizusumashi* alocado aquele posto de trabalho. O valor da quantidade de caixas inicial a ser levada para o posto de trabalho é calculado pela fórmula “Caixas no Bordo de Linha”.

Impressão de Etiquetas

O ficheiro Excel em estudo, além de fornecer dados para alimentar os *kanbans*, também nos fornece informação para a impressão de determinadas etiquetas. Os dados são obtidos mais uma vez através de macros já criadas, que nos indicam a informação necessária para a etiqueta necessitada. Após termos a informação é feita a migração dos dados para o Microsoft Access que já tem determinados *templates* criados para ser feita a impressão das seguintes etiquetas:

- Localização de Bordo de Linha

A impressão da localização de bordo de linha serve para imprimir etiquetas de identificação de posições nos diferentes bordos de linha na fábrica, tendo em conta as posições existentes no posto de trabalho onde há necessidade de impressão de novos identificativos.

- Identificação do Supermercado

Ao fazer a impressão da identificação do supermercado é nos dado as etiquetas necessárias com os dados para serem colocados nos supermercados os componentes destinados aos mesmos, incluindo a quantidade de caixas da peça possíveis de colocar no corredor e em todo o supermercado.

- Caixa de Construção de Lote

Com ajuda de macros conseguimos ter, para determinado código, a quantidade de caixas necessárias para que seja preenchido um lote para se fazer o pedido ao abastecedor, de maneira a se obter maior facilidade no controlo de stock.

Verificação de Erros

O Excel em estudo tem uma série de macros que servem para identificar problemas encontrados no mesmo. Um dos problemas identificados pelas macros é, para o mesmo código em linhas diferentes, o uso do mesmo posto de trabalho. Esta macro é usada porque, caso estejam códigos afetos duas vezes ao mesmo posto de trabalho, ao ser migrada a informação para o IFS, aparece duas vezes o mesmo código para o mesmo posto de trabalho. Assim conseguimos evitar erros de informação a mais.

O outro erro detetado pelas macros é o uso de caixas diferentes ou quantidades diferentes para o mesmo código, pois o mesmo código tem de ter sempre a mesma caixa associada e, respetivamente, a mesma quantidade. Caso não fosse utilizada esta macro, teríamos informação a mais para o mesmo código, estando o mesmo código alocado a dois tipos de caixas diferentes, a níveis logísticos isso seria impossível adivinhar qual escolher a caixa certa.

Após detetados os erros, os mesmos são mostrados numa linha do Excel, tendo o utilizador de corrigir os erros de maneira a ter informação correta, prevenindo repetição de dados.

Migração dos dados para Excel

Por fim, de maneira a ter os dados inseridos no Excel no sistema ERP da empresa, é feita uma atualização das características inseridas no Excel para o IFS. As características enviadas levam um código associado para cada parâmetro. Este código é mais uma vez feito através de macros no Excel.

No ERP também é possível ver os postos de trabalho onde esta peça será utilizada. Verifica-se também o tipo de caixa utilizado, a quantidade de componentes por caixa e a quantidade de caixas que pode ser inserido no contentor. Este último valor é fixo, depende do tipo de caixa definido para determinada peça, e também tem origem na base de dados Excel.

No IFS também é possível visualizar a localização onde a peça deverá ser colocada nos bordos de linha de cada posto de trabalho.

Necessidades por *Shop order - Query*

Quando é efetuada uma ordem de produção para determinado posto de trabalho, as peças necessárias para esse produto final têm de ter uma localização no supermercado para os *mizusumashis* terem informação do local onde o ir buscar. A informação destas

localizações é dada pela base de dados Mestre Células. Para termos os dados das Querys atualizados, é feita uma cópia da informação atualizada na base de dados dos *kanbans* regularmente para um Excel à parte, onde é inserida a posição de supermercado, código e posto de trabalho onde esse código é inserido.

Neste momento temos mais de 27.000 combinações diferentes, de peças diferentes a ir para bordos de linha diferentes, sendo necessário, caso se verifique necessidade, atualizar as posições do supermercado ao longo do tempo de todas essas combinações.

4. Desenvolvimento do Projeto

Neste capítulo será apresentado o projeto, em termos de identificação e análise dos problemas observados nos processos em análise, bem como de desenvolvimento de soluções. Para cada solução apresentada é mostrado também os resultados e melhorias encontradas, em termos de modelos de processo To-Be, após a sua implementação.

4.1. Análise de problemas

Após uma análise do processo atual foi possível verificar vários obstáculos no decorrer das atividades logísticas internas possíveis de causar quebras de abastecimento na montagem do produto desejado.

Para ajudar na observação de erros e a arranjar possíveis alterações ao processo recorreu-se ao diagrama de *Ishikawa* (figura 18) por ser considerada uma ferramenta útil na ajuda à resolução de problemas nos distintos problemas (Cahyana, 2018).

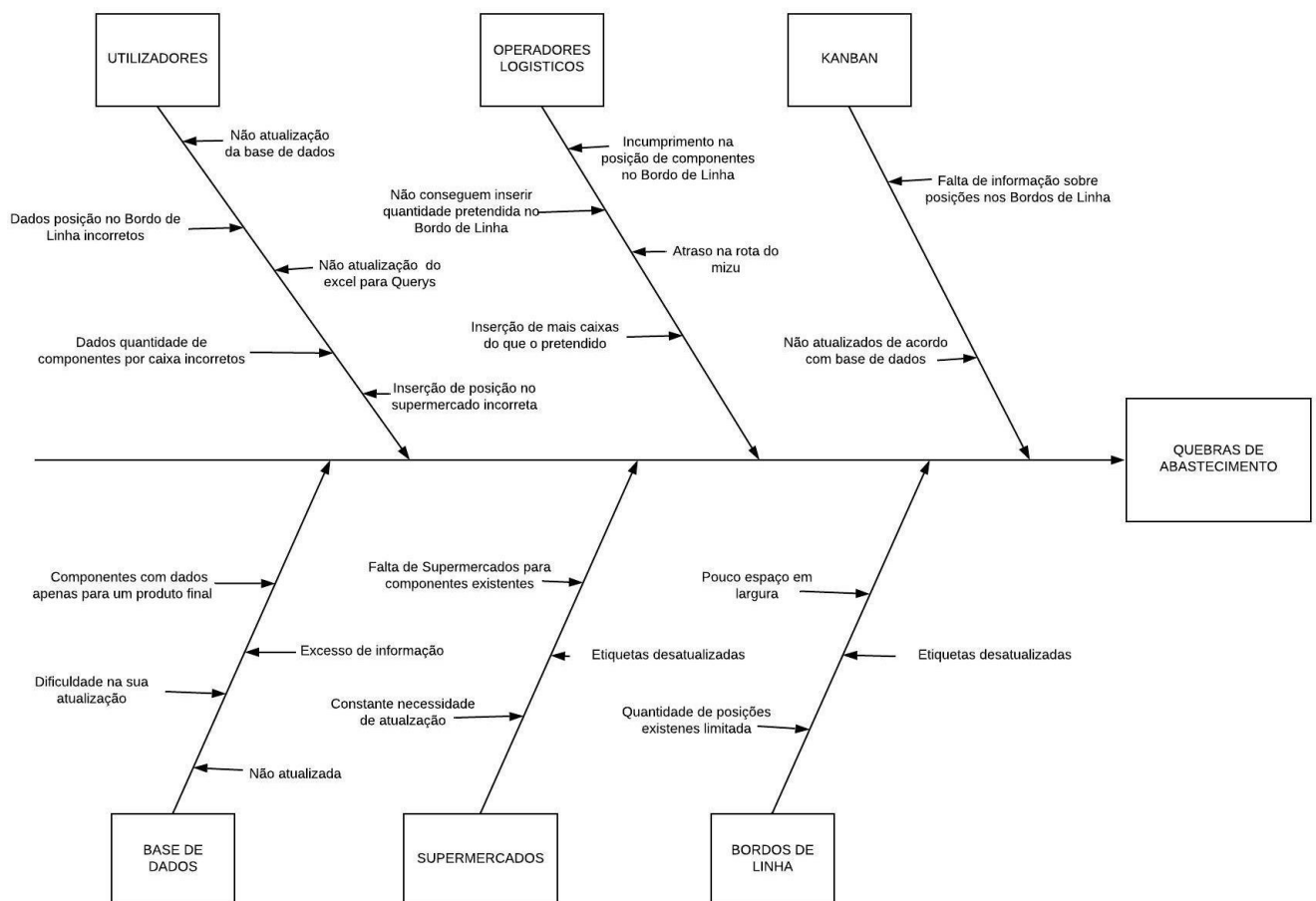


Figura 18 - Diagrama de Ishikawa para Ocorrência de Quebras de Abastecimento

Sendo que o projeto se vai focar na mudança da base de dados, os problemas relacionados com o Excel e respetivos utilizadores que o alimentam serão eliminados, possibilitando deste modo a melhoria no trabalho de operadores logísticos e alocações de componentes a supermercados.

Em relação aos utilizadores, um dos problemas identificados foi a inserção de dados errados. O principal problema existente ao inserir dados errados no Excel é a discrepância de quantidades de componentes alocados às caixas. Este tipo de informações, quando mal inseridas, causam problemas em todos os cálculos automaticamente efetuados, podendo provocar constrangimentos não só na quantidade e alocação de componentes a supermercados, mas principalmente no transporte de caixas de peças aos postos de trabalho. Se for mal inserida a informação, os operadores logísticos podem enviar para o posto de trabalho excesso de caixas, aumentando o trabalho dos mesmos, ou caixas a menos, podendo provocar quebras de produção nas células devido à falta de peças para efetuar a montagem.

A tarefa de atualização da base de dados por parte dos utilizadores é muito demorada, pois requer a inserção de bastante informação por cada componente. Tendo em conta o constante desenvolvimento de peças e respetiva criação de novos produtos por parte da empresa, todos esses novos itens requerem um novo código, caixa e quantidade, exigindo a inserção desses dados na base de dados diariamente, sendo que o tempo gasto nesta tarefa é considerado um desperdício.

Na ausência de dados por componentes no Excel, essa informação fica ausente no chão de fábrica aos operadores logísticos, causando possíveis falhas na alocação de componentes a postos de trabalho. Isto acontece no momento em que se imprimem as folhas de necessidades por *shop order* de um produto final para determinado posto de trabalho, essa mesma *query* apresenta os componentes necessários para ser efetuada a tarefa, se o componente não estiver presente na base de dados ou se estiver mas não estiver alocado ao posto de trabalho respetivo, não é migrado para o ficheiro que alimenta as necessidades por *shop order*, por consequência os dados não aparecem na *query*, por consequência o operador logístico não o transporta para o local indicado. Isto provoca perdas de produção, pois só é possível constatar este problema na produção, quando faltam componentes para efetuar a montagem do produto final.

Devido às constantes alterações nos bordos de linha, as posições existentes no mesmo vão alterando, sendo necessário uma atualização das posições dos componentes alocados ao mesmo, porém isso nem sempre acontece. Os dados mal colocados sobre as posições onde os componentes devem ser colocados nos postos de trabalho tem como

consequência uma metodologia mais demorada no processo de montagem, tendo por consequência piorias na ergonomia da célula. Estas posições são enviadas para os *kanbans*, e, em algumas ocasiões, a alocação de caixas grandes para sítios do bordo de linha onde não cabem, ou ao contrário, envio de caixas pequenas para sítios de bordo de linha demasiado grandes. Quando os operadores logísticos alocam as caixas nos bordos de linha, se as posições indicadas nos *kanbans* não estiverem corretas, os mesmos inserem as caixas em posições que podem não ser as melhores por questões ergonómicas. Outro problema encontrado é a alocação de caixas para sítios inexistentes no bordo de linha, isto é, quando o utilizador responsável por determinar onde deve ser inserida determinada caixa com peças se engana e indica um posicionamento não existente.

A base de dados atualmente usada também não permite filtrar quando dois ou mais componentes usados para efetuar um produto final estão alocados à mesma posição no posto de trabalho.

O Mestre de Células permite gerar dados para impressão de *kanbans*, mas esses *kanbans* neste momento apenas indicam a posição nos bordos de linha de, no máximo, dois postos de trabalho da mesma família de produtos. No caso de um componente ir para mais que dois postos de trabalho, os restantes postos de trabalho não se poderiam encontrar no *kanban*, nem as respetivas posições nos bordos de linha. Consequentemente, e mais uma vez, ao não se indicar as posições nos bordos de linha, os operadores logísticos têm de inserir as caixas em posições aleatórias, podendo não ser as melhores em termos ergonómicos ao operador responsável pela montagem do componente.

4.2. Kanban de Movimentação

Análise

Após análise de problemas com uso a ferramentas de qualidade conseguimos detetar problemas na informação fornecida pelos *Kanbans* de movimentação no chão de fábrica. A informação fornecida pelos *Kanbans* indica a posição do componente no supermercado, a posição onde os *mizusumashis* devem colocar a caixa com os respetivos componentes até dois bordos de linha diferentes, o tipo de caixa onde se deslocam as peças, a quantidade de peças que podem ser inseridas nessa caixa e a quantidade de caixas iniciais a serem levadas para o posto de trabalho no início de produção de um novo produto.

- Kanban de movimentação de componentes em supermercado de estante


OLI		[FAMILIA]		03-04-2019	
					
[CODIGO]		[DESCRIÇÃO COMPONENTE]			
CAIXA	XL	ESTANTE		POSIÇÃO	
QTD / CAIXA	165	CEL1	POSTO	1	1.1
		CEL2	POSTO	1	2.3
EM CIRCULAÇÃO	4	SPM	INT	1	3
1 / 8					

Figura 19 - Antigo design do kanban de componentes em Supermercado

Um dos problemas detetados no *kanban* é que não indica a posições de todos os bordos de linha para onde um componente pode deslocar-se, isto é, no máximo temos dois postos de trabalho diferentes disponíveis nos *kanban* de movimentação, impressos em cartão. Foi feita uma análise ao máximo de postos de trabalho diferentes para onde um componente pode ser deslocado e chegou-se à conclusão de que o número máximo seria sete postos de trabalho diferentes.

- Kanban de movimentação de componentes intermédios


OLI	XL	20	C
			
VAL AEX PN DD 7,5L COR/EXP FC15 A4			
IE83000525206			
NumCX: 7	SPM:EMB VAR	19/08/2019	

Figura 20 - Design do Kanban de produtos intermédios

Os *kanbans* para movimentação de produtos intermédios são impressos diretamente do IFS em etiquetas e apenas mostram informação do código do componente, caixa a ser transportada e respetiva quantidade. Não é indicado a posição onde deve ser inserida a caixa do componente nos diferentes bordos de linha, impossibilitando o *mizusumashi* de colocar os componentes na posição indicada nos bordos de linha.

Alteração

- Kanban de movimentação componentes em supermercado de estante

Concluída a análise ao *kanbans* de movimentação foi feita uma nova macro, mostrada no Anexo 4, que conseguisse, a partir da base de dados Mestre Células, detetar todas as posições de bordos de linha onde um componente se poderia alocar. Nesta nova macro é necessário procurar em toda a tabela da base de dados, as posições dos bordos de linha onde o componente entra, assim como o supermercado do componente.

Com a nova macro concluída e testada foi necessário fazer o desenho do novo *template kanban*. Tendo em conta que o novo *kanban* teria de ser intuitivo e de fácil interpretação por parte dos seus utilizadores, foi tido especial atenção à maneira como a informação estaria disposta no novo *kanban*. Foi também verificado a quantidade máxima de postos de trabalho para onde um componente em supermercado poderia se deslocar, sendo essa quantidade 7 postos diferentes.

De maneira a encontrar a melhor maneira de dispor os dados no *kanban* foram desenhados e testados vários *templates* diferentes para verificar qual o melhor no que respeita à gestão visual. Após vários testes com os vários designs foi decidido usar o seguinte:


OLI		[FAMILIA]		03-04-2019	
					
[CÓDIGO]		[DESCRIÇÃO COMPONENTE]			
CAIXA	XL	BORDOS DE LINHA		PC005	2 2.5
QUANTIDADE	165	PC001	1 2.3	PC006	1 1.1
CIRCULAR	4 Cx	PC002	1 1.5	PC007	3 1.3
1 /24		PC003	1 1.3	SUPERMERCADO	
		PC004	1 1.5	EXT	COM 4.9

Figura 21 - Novo design do Kanban de movimentação

- Kanban de movimentação de componentes intermédios

Tendo em conta que os dados necessários nos *kanbans* de movimentação se encontram na base de dados IFS, não havendo necessidade de criar novas características no mesmo, com a ajuda do departamento técnico da empresa foi possível a alteração *template* do *kanban* de produtos intermédios para que ficasse semelhante ao usado para

componentes em posição fixa em supermercados, podendo deste modo estandardizar todos os *kanbans* de movimentação utilizados na fábrica.

IE83000525206		VAL AEX PN DD 7,5L COR/EXP FC1	
Caixa	XL	Bordos Linha	AI003 1.1.1
Quanti	20	EE001 1.1.3	SV002 1.3.7
Circular	7	EE002 1.1.3	VD001 PA
Supermercado		AI001 1.1.7	VD002 PA
EMB VAR		AI002 1.1.7	VD003 PA

Figura 22 - Novo template de Kanban de produtos intermédios

Resultados

Concluída a alteração nos *templates* dos *kanbans* de movimentação os *mizusumashis* passaram a obter toda a informação necessária para deslocar as caixas para os bordos de linha, verificando-se todos os postos de trabalho onde o componente é inserido, tendo também garantido todas as posições onde se colocar os componentes nos respetivos bordos de linha. Desta maneira, obtendo a informação de todos os postos de trabalho onde as peças devem ser inseridas e respetivas posições, o *mizusumashi* consegue abastecer os bordos de linha corretamente, evitando que os colaboradores tenham de transportar caixas entre postos, eliminando deste modo o retrabalho por parte dos operadores alocados à montagem, melhorando também a ergonomia das células, devido a todos os componentes irem para o sítio indicado pelo *kanban* e aumentando a capacidade das células.

Nos resultados gerais (capítulo 4.6) são mostradas as melhorias obtidas nos tempos de ciclo dos *mizusumashis* e na eficiência dos postos de trabalho.

4.3. Necessidades por *Shop order* – *Querys*

Análise

As folhas de Necessidade por *Shop Order* são impressas pelas chefes de linha quando, num posto de trabalho, é alterada a produção para um novo produto. Após a impressão das folhas as chefes de linha inserem-nas nos quadros de nivelamento para que os *mizusumashis* saibam a que horas existem mudanças de produção.

As folhas impressas indicam, para determinado produto final a ser efetuado num determinado posto, todos os componentes necessários para a montagem, mostrando informação sobre onde se encontram em supermercado de maneira a que os *mizusumashis* os encontrem mais facilmente.

NECESSIDADES POR SHOP ORDER			
VD007	IE01000043563	VAL DECO DD E3 T2 HM J1 EB2	747870-1-1
Qtd Of: 192			
COMPONENTE	DESC COMP	QTD NECESSARI	LOCALIZACAO
 AF10000033560	VED VAL D61.5XD26.5XE2.7 SIL VRM	192	DEC VAR .
 AF100540123	VED TUB VAL DECO 20.4X2.8	192	DEC A 6.3
 AF200551559	ANILHA ESPJ 85X57X8 EPDM+PE	192	PULL ESPJ
 AP100852823	MOLA COMPR DM17,5X22	192	DEC B 2.7
 BA040541701	BOIA GRD VAL DECO DD	192	DEC A 5.1
 BA040541712	TUB SUP VAL DECO/ATLAS P16	192	DEC P 4.
 BA040541717	EIXO 1/2 DESC DECO	192	DEC A 6.5

Figura 23 – Query (Antes)

Nesta *query* é possível verificar que a ordem dos componentes na folha está por ordem alfabética de código.

Para verificar a movimentação dos *mizusumashis* nos supermercados enquanto verificam a folha de necessidades por *shop order*, foi acompanhado o processo, fazendo um Diagrama de Spaghetti, analisando também o tempo despendido na tarefa de procurar e retirar caixas dos supermercados e colocação das mesmas no comboio logístico usando a *query* acima mostrada.

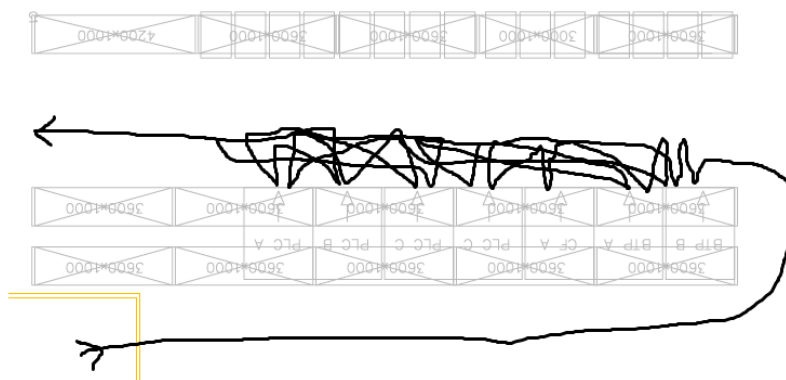


Figura 24 – Diagrama de Spaghetti para processo mizusumashi na procura de componentes nos supermercados (Antes)

Esta folha é alimentada através de um Excel à parte, onde se insere a informação do código da peça, posto de trabalho onde é consumida e posição no supermercado. Para termos este Excel atualizado é necessário ir buscar a informação à base de dados Mestre Células.

Sempre que é adicionado um componente novo na base de dados, é necessário atualizar este Excel, caso contrário esse componente não aparece nas necessidades por *shop order*, o que causa quebras de abastecimento no posto de trabalho devido à ausência de informação transmitida ao *mizusumashi*.

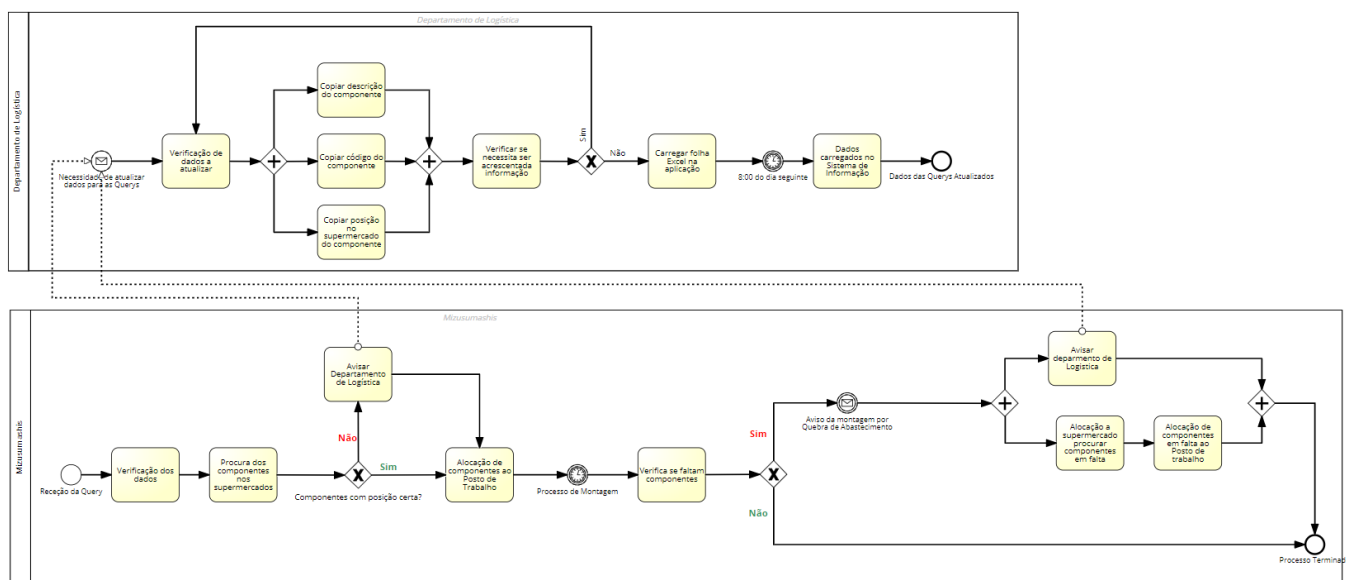


Figura 25 - BPMN Processo atualização Querys (Antes)

Alteração

Depois de detetados os maiores problemas no fluxo de informação para fornecer dados às queries foi estudada a melhor maneira de fazer essa transferência de informação. Tendo em conta que diariamente os dados inseridos na base de dados Mestre Células são atualizados no IFS, incluindo os dados da localização do componente nos supermercados, é possível concluir que a melhor maneira para termos a impressão das *queries* com os dados atualizados é utilizando o ERP da empresa, sendo que fornece todos os dados necessários para as folhas de necessidade por *shop order*.

Foi também analisada a informação da localização dos componentes nos supermercados e foram descobertos alguns problemas. Os dados das posições de supermercado estavam atualizados e corretos no Excel das *queries* mas não na base de dados Mestre Células, principal e única alimentadora de dados para o ERP usado na empresa. Foi então necessário comparar os dados de localização em supermercados e verificar qual a informação correta entre os 20.000 códigos diferentes.

De seguida foi analisada a melhor maneira de ordenar os componentes nas *queries*. Tendo em conta que os supermercados estão espalhados pelo chão de fábrica em posições diferentes, a melhor maneira de organizar os componentes nas *queries* seria por ordem alfabética de supermercado. Para a correta implementação do pretendido é necessário a ajuda do departamento técnico da empresa.

NECESSIDADES POR SHOP ORDER				5/21/2019
AE001	CA04000855066	AEX TIPO MOC MEC DS 6L TL D44 TESQ1		852598-1-1
Qtd Of: 208				
	DESC COMP	QTD NECE	LOCALIZACAO	
	PALETE FUMIGADA 1200X800 SECA AB40000071375	4	EXT	
	SACO ACS D44 C/ANILHA PP IA00000493692	208	EXT ACEXT.P.2	
	TAMPAO LAT PLAST LISO PS BRC BA010851216	416	EXT COM.4.9	
	LEVA K TIPO BA010850134	208	EXT D.4.11	
	SUPORTE P/LEVA TIPO V2000 BA010853119	208	EXT D.5.11	
	ANCORINAAUT TIPO/ALTO BA010493331	208	EXT D.5.19	
	TORN ESQ 1/2X10 SMR/TOPIZ CH KTW AM10000218109	208	EXT G1.P.3	

Figura 26 - Nova Query

Resultados

Tendo concluído o processo de alteração das queries por parte do departamento técnico, foi possível analisar os efeitos das novas mudanças, tanto a nível de alteração no processo de alimentação de dados para a base de dados, como também na ordem e design da nova folha de necessidade por *shop order*, assim como no objetivo da descida de quebras de abastecimento.

Após alterada a origem dos dados a alimentar as Queries conseguimos verificar uma grande redução de tarefas para se obter as necessidades por *shop order* atualizadas, eliminando todo o trabalho efetuado pelo departamento logístico, e eliminando muito fluxo de informação necessário entre a montagem, o mizusumashi e o departamento logístico.

Para verificar e comparar a quantidade de tarefas reduzidas recorreu-se novamente à linguagem BPMN.

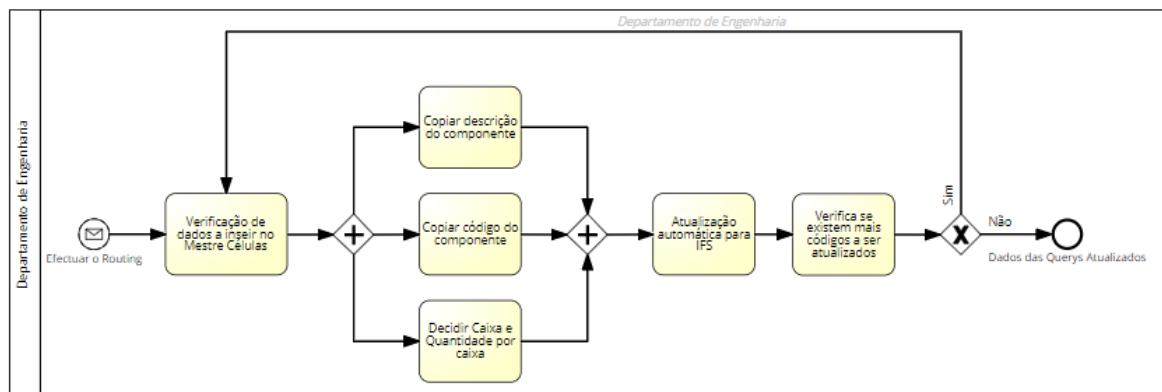


Figura 27 - BPMN Processo atualização Queries (Depois)

Tendo em conta que anteriormente (figura 25) o departamento logístico tinha de introduzir os dados num Excel à parte, ao eliminar esta ação conseguimos garantir a presença de todos os componentes necessários para montagem do produto final nas *queries*, eliminando deste modo todo o erro humano envolvido nas tarefas de atualização de dados. Assim sendo, verificando a raiz do problema, foram eliminadas todas as quebras de abastecimento devido a falta de componentes nas *queries*.

A mudança no *template* das *queries* englobava a mudança na ordem com que eram disponibilizados os componentes nas mesmas. Esta mudança foi feita com o objetivo de melhorar o processo logístico no momento da procura de componentes em supermercados, devido ao facto de virem em ordem alfabética de nome de supermercado. Para analisar as melhorias foi feito novamente um Diagrama de Spaghetti para comparar com o método anteriormente usado (figura 24). Nos resultados gerais (capítulo 4.6) é verificado e calculado as melhorias a níveis de diminuição de quebras de abastecimento.

4.4. Bordos de Linha

Análise

Feito um estudo aos postos de trabalho, às posições das caixas nos bordos de linha, e à quantidade de caixas possível de ser inserida nos mesmos, foi possível verificar que nem sempre a informação fornecida pelos *kanbans* é respeitada.

Os *kanbans* de movimentação fornecem informação da quantidade de *kanbans* necessários a ser levados inicialmente para o posto de trabalho, de maneira a garantir quantidade de caixas no posto de trabalho para duas rotas dos *mizusumashis* (informação fornecida pela base de dados Mestre Células – Caixas no Bordo de Linha). Esse dado é utilizado para garantir e evitar quebras de abastecimento. Depois da quantidade inicial de caixas transportada para o posto de trabalho o método utilizado para abastecimento é o de caixa cheia caixa vazia.

Nem sempre este sistema é respeitado, pois algumas vezes no *kanban* é apresentada a informação de que a quantidade de caixas inicial necessária a ser transferida para o bordo de linha é superior à quantidade que realmente consegue ser inserida no mesmo. Quando isto acontece os *mizusumashis* não conseguem inserir a quantidade de caixas necessária, introduzindo o máximo possível na célula. Isto pode resultar em perdas de produção no posto de trabalho, pois a quantidade de peças a ser inserida no bordo de linha não é respeitada. Consequentemente, devido à não possibilidade de respeitar a informação fornecida no *anban*, acontece outro dos sete desperdícios do *Lean management*, a espera por parte dos operadores da montagem pela rota dos *mizusumashis*, o que se traduz em quebra de abastecimento.

Outra informação não respeitada é a das posições onde os componentes devem ser alocados nos postos de trabalho. Esses dados não são respeitados por dois motivos. Uma das razões pela qual essa informação não é adotada é que, em alguns casos, um componente pode estar a ser deslocado numa caixa de maior dimensão com destino a uma posição no posto de trabalho menor do que o atual tamanho da caixa.

O outro motivo pelo qual esses dados não são respeitados é quando dois ou mais componentes diferentes para efetuar um produto estão destinados à mesma posição no bordo de linha.

Quando esses problemas acontecem os *mizusumashis* colocam as caixas noutras posições que podem não ser as melhores em níveis ergonómicos, ou até podem colocar caixas em sítios que exigem a mudança de posição por parte do operador alocado à montagem, criando por isso outro desperdício, o retrabalho, ou trabalho desnecessário. A

melhoria encontrada no capítulo 4.2 não tem implicação e resultados se os dados encontrados nos *kanbans* não tiverem atualizados. Deste modo e com o intuito de cumprir essas melhorias foi analisada a melhor maneira para atualizar os dados incorretos.

Alteração

De maneira a evitar quebras de abastecimento devido à não possibilidade de colocar a quantidade de caixas necessárias nos postos de trabalho foi criado um novo standard na empresa, como mostrado no anexo 3, onde foram adicionados em todos os postos de trabalho existentes uma posição no bordo de linha para evitar esses casos. Essa nova posição foi denominada “Posição Stock” e serve para colocar as caixas que não conseguem ser introduzidas nos bordos de linha.

A acompanhar este processo foi criado um novo standard de maneira a garantir o correto funcionamento da posição.



Figura 28 - Exemplo de bordo de linha com posição de stock

Deste modo, na ocorrência de lotação de espaço no bordo de linha, impossibilitando a colocação de caixas no mesmo, temos a posição de stock para colocar essas caixas. Caso, durante o processo de montagem, os *mizusumashis* não concluam a rota a eles definida antes da produção dos produtos e sendo consumidas todas as caixas inseridas no bordo de linha, os operadores da montagem deslocam-se à posição de stock para inserir no bordo de linha as caixas que não conseguiram ser abastecidas no posto de trabalho. Esta posição apenas é usada em último caso, tem de ser primeiro garantido que realmente

não é possível inserir as caixas necessárias nas correções do bordo de linha. Caso apenas metade da última caixa consiga ser inserida, essa caixa tem de ser inserida na posição de stock, para prevenir queda da caixa cheia de peças no chão, evitando deste modo retrabalho.

Para corrigir os erros em relação à incorreta informação nos *kanbans* da posição onde uma caixa de um determinado componente deve ser colocada em determinado bordo de linha, posições repetidas para componentes diferentes ou até quando não aparece posição no *kanban*, foi criado um Excel auxiliar, que deteta todos os erros de dados fornecidos pela base de dados principal. Neste novo Excel é inserida a informação fornecida pelo Mestre Células dos componentes, tipo de caixa, código, descrição, quantidade por caixa, fator de incorporação, posição no bordo de linha e caixas necessárias a serem levadas inicialmente para o bordo de linha.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Código	Designação	CAIXA	QTD	FI	BL Posto	BL Nível	BL Posição	BL	Medida	Alterado	CAIXAS NO BL	CAIXAS / CORREDOR
74	BA50000174124	CASQ ROSCADO ATLAS CNZ	A	90	1	2	3	1	231	150			10
75	BA50000210474	CASQ ROSCADO ATLAS V3 AMR	A	75	1	2	3	1	231	150			10
76	BA50000879878	CASQ ROSCADO ATLAS V3 CNZ	A	75	1	2	3	1	231	150			10
77	BA50000126060	CASQ ROSCADO VM104	XL	20	1	2	1	5	215	400	X		3
78	BA50000013190	CHAPEU PI ATLAS CABOS	B	90	1	2	2	5	225	300			6
79	BA040851207	CHAVE PILETE CER OLIV	Dh	60	1	3			3				5
80	BA50000162770	CHAVE PILETE/TOR 3/8 1/2 OLI	B	25	1	3	2		32				6
81	BA50000130554	COLORETE ATLAS A100	XL	14	1	3	1	1	311	300			5
82	BA50000102067	COPO ATLAS AZL OLI	XL	35	1	1	1	1	111	400			3
83	BA50000129183	COPO ATLAS AZL V&B	XL	30	1	1	1	1	111	400			3
84	BA50000124742	COPO ATLAS CNZ LAUF	XL	30	1	1	1	1	111	400			3
85	BA50000879740	COPO ATLAS LISO CNZ	XL	30	1	1	1	1	111	400			3
86	BA50000151859	COPO ATLAS LISO PRT	XL	30	1	1	1	1	111	400			3
87	BA50000117832	COPO ATLAS SIDER AZL	XL	30	1	1	1	1	111	400			3
88	BA50000125856	COPO VM104 PRT	XL	35	1								
89	BA50000012839	CREMALHIERA ATLAS CABOS	A	250	1	2	2	11	2211	150			10

Figura 29 - Folha com dados retirados do Mestre Células

Noutra folha deste Excel são inseridos os dados das medidas das posições no bordo de linha.

	A	B	C	D	E	F
1	BL Posto	BL Nível	BL Posição	BL	Medida (mm)	Comprimento (mm)
2	1	0	1	101	400	2000
3	1	0	3	103	300	
4	1	0	5	105		
5	1	0	7	107		
6	1	0	9	109		
7	1	0	11	1011		
8	1	0	13	1013		
9	1	0	15	1015		
10	1	1	1	111	400	
11	1	1	3	113	300	
12	1	1	5	115	200	

Figura 30 - Tabela Medida Posições no Bordo de Linha

Para conseguirmos comparar as medidas entre as posições do bordo de linha e as caixas, foi necessário adicionar uma tabela com os dados das medidas das caixas usadas na empresa.

	A	B	C	D
1	Caixa	Largura (mm)	Altura (mm)	Profundidade (mm)
2	A	150	120	200
3	B	200	120	300
4	C	300	120	400
5	D	300	170	400
6	L	300	220	400
7	XL	400	220	600

Figura 31 - Tabela Medida Caixas

De maneira a se dar prioridade aos componentes mais utilizados no bordo de linha é efetuada uma análise ABC para se ter o conhecimento dos produtos mais produzidos na célula em estudo. Deste modo é feita a decisão da posição de determinado componente ao bordo de linha de acordo com esta análise, dando precedência aos componentes mais consumidos.

Para se obter os dados para se elaborar a análise ABC é necessário recorrer ao IFS onde se encontram os dados da quantidade de produtos desenvolvidos no posto de trabalho. Após organizados os dados necessários para o estudo, a informação é migrada para o Excel, sendo essa informação o código do componente e a quantidade produzida do mesmo no posto de trabalho, e é feita a análise ABC através da ajuda de uma macro criada, disponível no anexo 6.

	A	B	C	D	E
1	Parent Part No	QTD	FREQ REL	FREQ ABS	ABC
2	CODIGO1	14980	9,80%	9,80%	A
3	CODIGO2	14725	9,63%	19,43%	A
4	CODIGO3	14370	9,40%	28,84%	A
5	CODIGO4	14256	9,33%	38,16%	A
6	CODIGO5	13390	8,76%	46,92%	A
7	CODIGO6	6750	4,42%	51,34%	A
8	CODIGO7	6576	4,30%	55,64%	A
9	CODIGO8	6305	4,13%	59,77%	A
10	CODIGO9	6015	3,94%	63,70%	A
11	CODIGO10	5568	3,64%	67,35%	B
12	CODIGO11	4544	2,97%	70,32%	B
13	CODIGO12	4416	2,89%	73,21%	B
14	CODIGO13	3936	2,58%	75,78%	B
15	CODIGO14	3830	2,51%	78,29%	B
16	CODIGO15	3000	1,96%	80,25%	B
17	CODIGO16	2558	1,67%	81,93%	B
18	CODIGO17	2500	1,64%	83,56%	B
19	CODIGO18	2392	1,56%	85,13%	B
20	CODIGO19	2385	1,56%	86,69%	B
21	CODIGO20	1683	1,10%	87,79%	B
22	CODIGO21	1676	1,10%	88,88%	B
23	CODIGO22	1632	1,07%	89,95%	B
24	CODIGO23	1410	0,92%	90,87%	C
25	CODIGO24	1376	0,90%	91,77%	C
26	CODIGO25	1278	0,84%	92,61%	C

Figura 32 – Tabela Análise ABC

Com estas tabelas adicionadas e atualizadas, é possível comparar as medidas dos bordos de linha com as dimensões das caixas, mostrando os erros quando é colocada uma caixa maior numa posição demasiada pequena para a mesma.

Também é possível, com este Excel, mostrar as posições erradas destinadas a um componente. No exemplo usado na figura 33, a posição 1.0.5 está sem medida, se algum componente estiver destinado a esta posição no bordo de linha, o Excel deteta e avisa o utilizador com “POSIÇÃO ERRADA” quando se coloca um componente numa posição inexistente do bordo de linha. Desta maneira é possível detetar os erros existentes das posições nos postos de trabalho mais facilmente, corrigindo-os.

	A	B	C	I	J	N	O
1	Código	Designação	CAIXA	BL	Medida	ERROS CAIXAS	ERROS MEDIDA
77	BA50000126060	CASQ ROSCADO VM104	XL	215	400		
78	BA50000013190	CHAPÉU P/ ATLAS CABOS	B	225	300		
79	BA040851207	CHAVE PILETE CER OLV	Dh	105			POSIÇÃO ERRADA
80	BA50000162770	CHAVE PILETE/TOR 3/8 1/2 OLI	B	101	400		
81	BA50000130554	COLORETE ATLAS A100	XL	113	300		X
82	BA50000102067	COPO ATLAS AZL OLI	XL	111	400		

Figura 33 - Verificação de componentes com posições erradas

No exemplo mostrado, após a comparação entre a medida da caixa e a dimensão da posição no bordo de linha, é mostrado um “X” quando a posição é demasiado pequena para a caixa do componente, para o exemplo dado o componente desloca-se numa caixa XL cuja medida é de 400 milímetros, sendo que a posição inicialmente destinada para o mesmo tem uma largura de 300 milímetros, impossibilitando a entrada do componente no mesmo.

Apesar disso ainda não é possível detetar quando dois ou mais componentes são usados ao mesmo tempo no posto de trabalho, e têm posições iguais nos *kanbans*. Para conseguir corrigir este erro foi introduzida uma nova folha no Excel onde é colocado as estruturas de produto de todos os artigos produzidos no posto de trabalho em estudo. Esta informação encontra-se no ERP da empresa, e é também migrada para este Excel. Para ajudar na procura de componentes repetidos para a mesma estrutura de produto foi criada uma nova macro (anexo 5), que deteta todas as caixas com peças repetidas alocadas à mesma posição. Esta macro irá verificar, a partir da análise ABC anteriormente feita, qual a prioridade de correção de posição dos componentes. Começa-se sempre pelos componentes mais utilizados, pois pode acontecer a impossibilidade de correção de todas as posições de componentes a ir para o posto de trabalho.

	A	B	D	E	F	G	H	I
1	Parent Part No	Parent Part Description	Component Part	Component Part Description	BORDO DE LINHA	Verificação REPETIDOS	CAIXA	ABC
1433	CODIGO_PRODUTO1	*DESCRICÃO_PRODUTO1	CODIGO_COMPONENTE1	DESCRICÃO_COMPONENTE1	123	C	XL	C
1434	CODIGO_PRODUTO1	*DESCRICÃO_PRODUTO1	CODIGO_COMPONENTE2	DESCRICÃO_COMPONENTE2	123	C	D	C
1435	CODIGO_PRODUTO1	*DESCRICÃO_PRODUTO1	CODIGO_COMPONENTE3	DESCRICÃO_COMPONENTE3	123	C	Dh	C
1436	CODIGO_PRODUTO1	*DESCRICÃO_PRODUTO1	CODIGO_COMPONENTE4	DESCRICÃO_COMPONENTE4	127	B	B	C
1437	CODIGO_PRODUTO1	*DESCRICÃO_PRODUTO1	CODIGO_COMPONENTE5	DESCRICÃO_COMPONENTE5	133		XL	C
1438	CODIGO_PRODUTO1	*DESCRICÃO_PRODUTO1	CODIGO_COMPONENTE6	DESCRICÃO_COMPONENTE6	135		GAIOLA	C
1439	CODIGO_PRODUTO1	*DESCRICÃO_PRODUTO1	CODIGO_COMPONENTE7	DESCRICÃO_COMPONENTE7			MOLHO	C
1440	CODIGO_PRODUTO1	*DESCRICÃO_PRODUTO1	CODIGO_COMPONENTE8	DESCRICÃO_COMPONENTE8			FLUXO	C
1441	CODIGO_PRODUTO1	*DESCRICÃO_PRODUTO1	CODIGO_COMPONENTE9	DESCRICÃO_COMPONENTE9			MOLHO	C
1442	CODIGO_PRODUTO1	*DESCRICÃO_PRODUTO1	CODIGO_COMPONENTE10	DESCRICÃO_COMPONENTE10			PALETE	C
1443	CODIGO_PRODUTO1	*DESCRICÃO_PRODUTO1	CODIGO_COMPONENTE11	DESCRICÃO_COMPONENTE11			PALETE	C
1444	CODIGO_PRODUTO1	*DESCRICÃO_PRODUTO1	CODIGO_COMPONENTE12	DESCRICÃO_COMPONENTE12			FLUXO	C
1445	CODIGO_PRODUTO2	*DESCRICÃO_PRODUTO2	CODIGO_COMPONENTE1	DESCRICÃO_COMPONENTE1			XL	B
1446	CODIGO_PRODUTO2	*DESCRICÃO_PRODUTO2	CODIGO_COMPONENTE2	DESCRICÃO_COMPONENTE2			XL	B
1447	CODIGO_PRODUTO2	*DESCRICÃO_PRODUTO2	CODIGO_COMPONENTE3	DESCRICÃO_COMPONENTE3			A	B
1448	CODIGO_PRODUTO2	*DESCRICÃO_PRODUTO2	CODIGO_COMPONENTE4	DESCRICÃO_COMPONENTE4			XL	B
1449	CODIGO_PRODUTO2	*DESCRICÃO_PRODUTO2	CODIGO_COMPONENTE5	DESCRICÃO_COMPONENTE5	1211		D	B
1450	CODIGO_PRODUTO2	*DESCRICÃO_PRODUTO2	CODIGO_COMPONENTE6	DESCRICÃO_COMPONENTE6	1213		Dh	B
1451	CODIGO_PRODUTO2	*DESCRICÃO_PRODUTO2	CODIGO_COMPONENTE7	DESCRICÃO_COMPONENTE7	123	B	FLUXO	B
1452	CODIGO_PRODUTO2	*DESCRICÃO_PRODUTO2	CODIGO_COMPONENTE8	DESCRICÃO_COMPONENTE8	123	B	FLUXO	B
1453	CODIGO_PRODUTO2	*DESCRICÃO_PRODUTO2	CODIGO_COMPONENTE9	DESCRICÃO_COMPONENTE9	123	B	Dh	B
1454	CODIGO_PRODUTO2	*DESCRICÃO_PRODUTO2	CODIGO_COMPONENTE10	DESCRICÃO_COMPONENTE10	127		B	B

Figura 34 - Folha para analisar repetição de posição por estrutura de produto

Resultados

Com a nova posição de stock criada em todos os postos é esperado que se reduza ou acabe com quebras de abastecimento devido ao espaço limitado no bordo de linha, possibilitando aos *mizusumashis* o correto uso da informação fornecida pelos *kanbans* relativamente à quantidade de caixas a serem levadas para o bordo de linha.

Com o novo Excel para análise de posições nos bordos de linha consegue-se detetar todos os erros de dados encontrados nos *kanbans*, tendo assim o utilizador maior facilidade de corrigir todos os problemas detetados. É assim feita a correção de posição de componente a componente, até se ter o número mínimo de repetidos para o bordo de linha, otimizando até se ter zero componentes a ir para a mesma posição no posto de trabalho.

Caso não seja possível eliminar todos os repetidos é efetuado um estudo ao bordo de linha com o objetivo de se aproveitar o espaço total do mesmo, sendo acrescentadas posições caso necessário, dependendo do espaço existente no mesmo. A prioridade é a ergonomia na célula de trabalho, de maneira a se obter a montagem do produto mais rapidamente e eficazmente, tendo em conta a posição das caixas de componentes alocados à célula de trabalho.

Desta maneira, após correção dos dados anteriormente desatualizados, é esperado uma melhoria nos tempos de ciclo dos *mizusumashis*, pois possibilita os dados corretos de transferência de caixas, e além disso é esperado um aumento na eficiência nas células de montagem devido à inserção correta de caixas nas posições nos bordos de linha, melhorando não só a eficiência, como também a ergonomia dos postos.

4.5. Base de Dados – Excel

Análise

Após feita a análise ao fluxo logístico no chão de fábrica, detetando os erros e corrigindo-os foi feita um estudo à base de dados que alimenta todo o sistema *kanban*. Começou-se por verificar a possibilidade de existência de erros na base de dados.

A base de dados pode usar na mesma linha dois postos de trabalho diferentes (figura 35).

Grupo	Célula 1 WORK CENTER (IFS)	Família	Código	Linha Nova	Mostrar/Ocultar Info PR	CAIXA	QTD	FI	BL Posto	BL Nível	BL Posição	Célula 2 WORK CENTER (IFS)	BL Posto 2
Placas	PC001	PLC	AP100696001	MOLA RIPLACA COM ORIENT INTP		B/CRT	2500	2	1	2	1	PC002	1
Placas	PC003	PLC	AP100696001	MOLA RIPLACA COM ORIENT INTP		B/CRT	2500	2	1	4	11	PC005	1

Figura 35 - Colunas com Postos de Trabalho

Foi detetado o erro da possibilidade de linhas diferentes terem postos de trabalho iguais entre a célula 1 e célula 2. Não existia, portanto, nenhuma fórmula que conseguisse detetar o erro de aparecer o mesmo posto de trabalho ('*Work center*') em colunas diferentes.

Tínhamos apenas macros que conseguiam detetar repetidos em linhas diferentes com o mesmo posto de trabalho e códigos iguais e tínhamos a macro que conseguia detetar erros caso linhas diferentes com os mesmos códigos a usar caixas diferentes e quantidades diferentes.

A imagem seguinte mostra os botões de acesso para detetar os erros acima descritos.

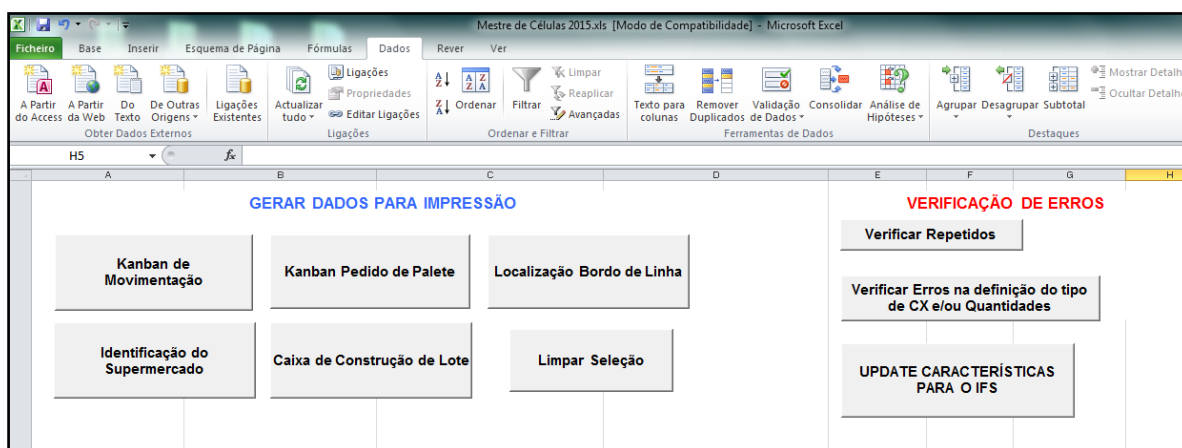
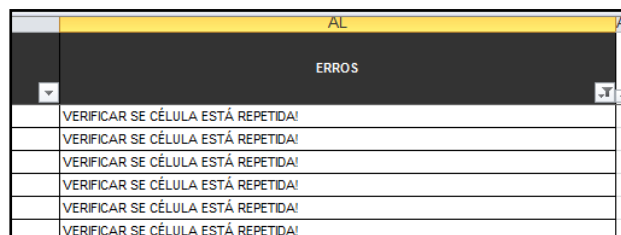


Figura 36 - Botões de deteção de erros

Na possível ocorrência de erros, essas células repetidas teriam um aviso na coluna de erros na base de dados.



	AL
	ERROS
	VERIFICAR SE CÉLULA ESTÁ REPETIDA!
	VERIFICAR SE CÉLULA ESTÁ REPETIDA!
	VERIFICAR SE CÉLULA ESTÁ REPETIDA!
	VERIFICAR SE CÉLULA ESTÁ REPETIDA!
	VERIFICAR SE CÉLULA ESTÁ REPETIDA!
	VERIFICAR SE CÉLULA ESTÁ REPETIDA!

Figura 37 - Aviso Células Repetidas na Base de Dados

Quando aparece um sinal de erro, o utilizador é responsável por verificar os mesmos um a um, até serem eliminados todos os erros encontrados.

Alteração

Antes de se migrar a atual base de dados para o Sistema de Informação é necessário ter toda a base de dados atualizada e corrigida. Para isso é necessário fazer uma manutenção da mesma, corrigindo os erros encontrados, erros de posições nos bordos de linhas, de caixas utilizadas por componente e quantidade por caixa dos mesmos. Também é necessário corrigir todos os erros que aparecem após executadas as macros já criadas.

É também necessário detetar todos os erros que ainda não são possíveis de detetar na base de dados. Para detetar o erro de repetição de dados entre colunas sobre postos de montagem para o mesmo foi criada uma macro na base de dados (Anexo 7). Após executada a macro é mostrada uma caixa de texto que mostra a quantidade de células com erros.

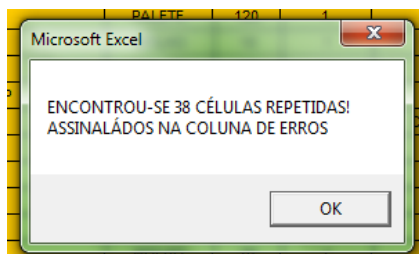


Figura 38 - Aviso de quantidade de células repetidas no Mestre Células

Os erros são mostrados na coluna de erros, para o utilizador poder corrigir os erros encontrados.

4.6. Migração da Base de Dados para IFS

Análise

Com o intuito de alterar e facilitar a alimentação de informação para a base de dados, foi feita a análise e foram verificadas possíveis alterações ao mesmo no propósito de o migrar para o sistema de informação utilizado pela empresa.

Para analisar o processo atual de inserção de dados para o Mestre Célula recorremos à análise BPMN, para verificar a quantidade de tarefas necessária para acrescentar cada código de maneira a se ter a base de dados atualizada (figura 14).

Após a correção da base de dados (capítulo 4.4), garantindo a ausência de erros, quantidades por caixa, posições nos bordos de linha e tipo de caixas definidas para todos os componentes foi analisada a melhor maneira para se integrar o Mestre Células no sistema de informação. Para a correta implementação da base de dados no SI foi considerado importante a integração do departamento técnico.

- UML

De maneira a se ter uma boa integração da base de dados no sistema de informação utilizado na empresa foi necessário se recorrer à *Unified Modeling Language* (UML). Foi escolhida a UML por ser considerada a ferramenta standard de especificação de modelação de software.

Para se comunicar com o departamento técnico, responsável pela alteração da base de dados, foi benéfico a utilização e combinação de vários modelos UML, por ser considerado útil na reformulação e na garantia de qualidade no sistema a ser desenvolvido (Čech, 2019).

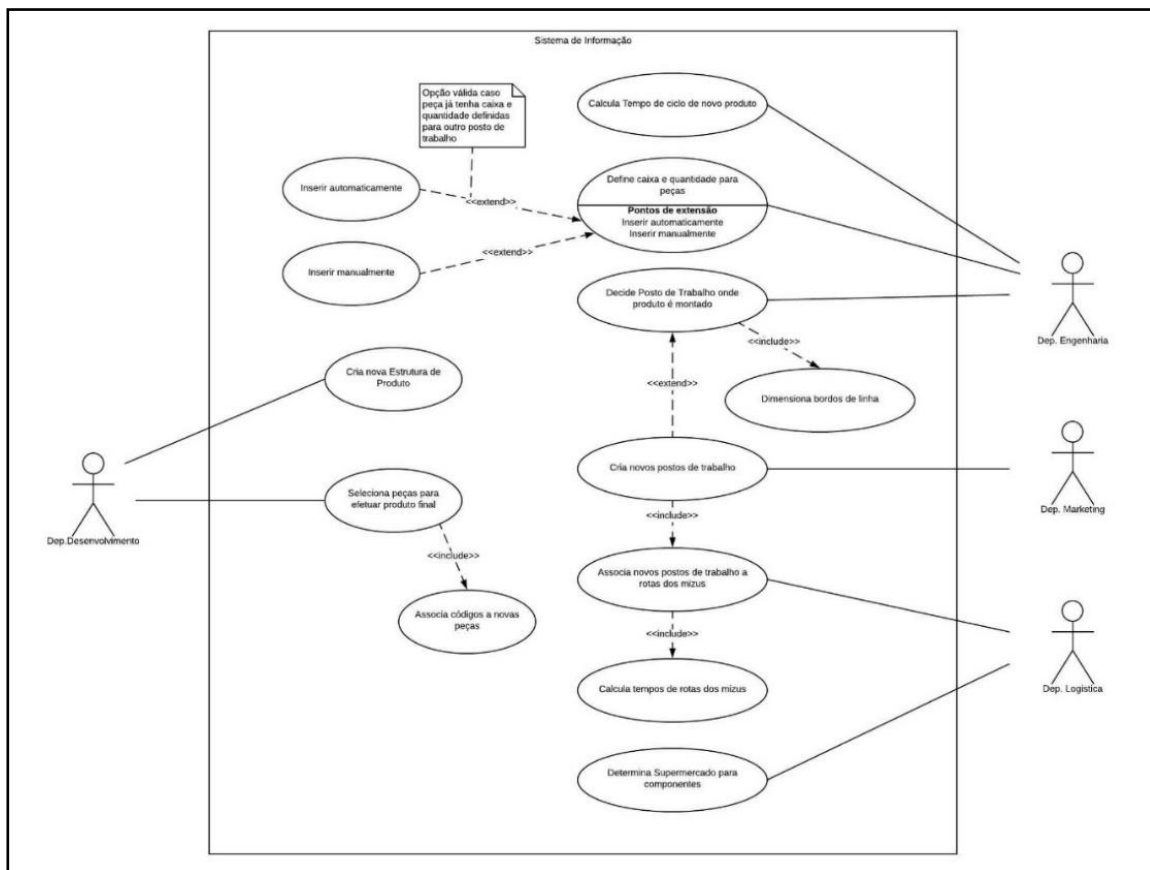


Figura 39 - Diagrama de Use-Cases

O diagrama de Use-Cases (figura 39) é usado para descrever, a partir dos atores principais, os requerimentos no sistema (Barros-Justo, Benitti, & Tiwari, 2019) e é a partir deste diagrama que se vai observar as utilizações entre os diferentes utilizadores do sistema de informação, sendo por isso a ferramenta guiadora de toda a modelação.

O diagrama de Classes (figura 40) é efetuado para determinar que tipo de informação deve conter a base de dados desejada, assim como as diferentes multiplicidades das interações dentro do sistema de informação necessárias para se obter os dados corretos.

Cada classe representa o produto ou o fluxo logístico (célula, supermercado ou rota). É também explicado pelo diagrama de classes as interações entre as diferentes classes, por exemplo, um posto de trabalho só tem uma rota do *mizusumashi*, mas uma rota pode se deslocar a diferentes postos de trabalho. Já o produto final é constituído por um grupo de componentes, nunca podendo só constituir um único componente.

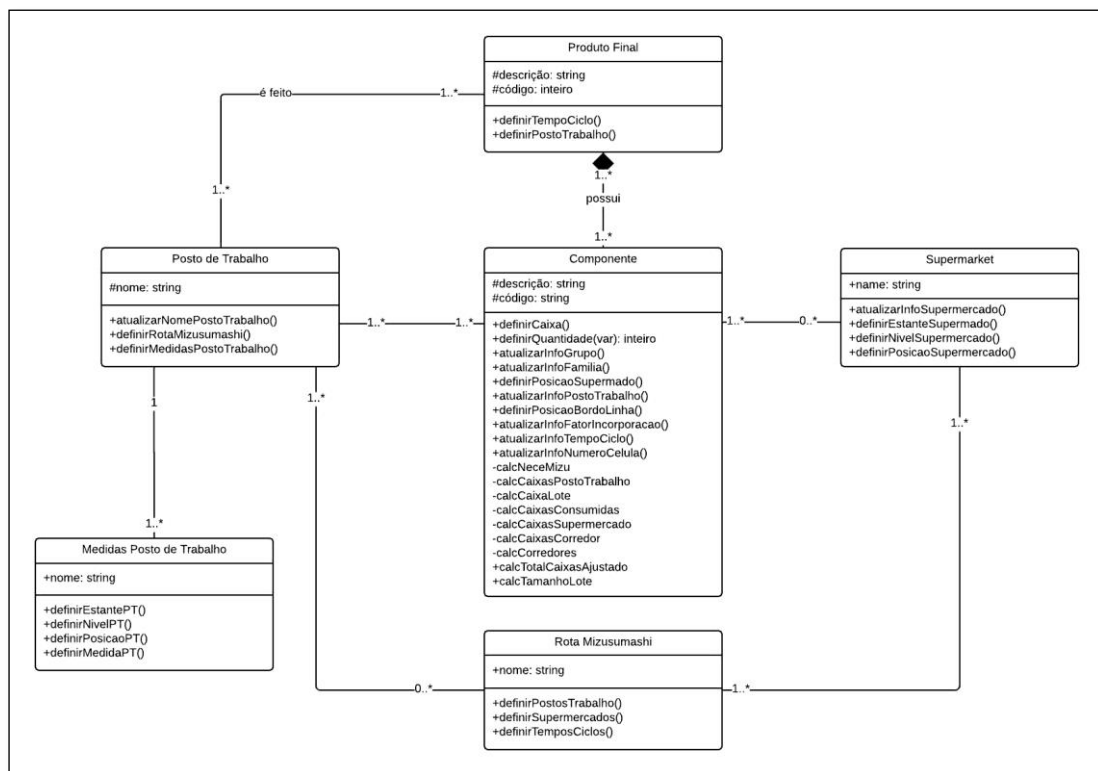


Figura 40 - Diagrama de Classes

Para o departamento técnico migrar a base de dados corretamente é necessário indicar, para cada classe, o que é necessário definir e o que é preciso ser automaticamente calculado.

Alteração

A mudança de localização da base de dados foi um processo que envolveu o departamento técnico da empresa, seguindo várias fases, sendo acompanhado com reuniões regulares o progresso do mesmo, com a finalidade de se obter o requerido.

Para melhor gestão dos dados, de maneira a facilitar a inserção dos mesmos por parte do utilizador no ERP, foi decidido usar-se um sistema semelhante ao já usado no Excel, de maneira a simplificar o método como é inserida informação no mesmo.

Kanban Characteristics											
	Family	Group	Part No	Part Description	Box	Quanti...	Work ...	Wc Shelf	Wc Level	Wc Position	Spmk Shelf
+	EXT	Exteriores	AC10000005185	INST MONT AUT 2010 NEUTRA	B	200	AE001	2	3	1	VAR
+	EXT	Exteriores	AC10000005185	INST MONT AUT 2010 NEUTRA	B	200	AE004	1	2	13	VAR
+	EXT	Exteriores	AC10000005328	INST MONT AUT EDEN NEUTRA	B	200	AE001	2	3	1	C
+	EXT	Exteriores	AC10000005328	INST MONT AUT EDEN NEUTRA	B	200	AE002	1	3	7	C
+	EXT	Exteriores	AC10000005328	INST MONT AUT EDEN NEUTRA	B	200	AE004	1	2	9	C
+	EXT	Exteriores	AC10000005328	INST MONT AUT EDEN NEUTRA	B	200	AE003	1	2	7	C

Figura 41 - Tabela com dados dos componentes e células

O objetivo é o IFS efetuar a inserção automática dos dados já inseridos no mesmo, de maneira a minimizar a quantidade de tarefas efetuadas pelo utilizador, reduzindo por efeito o tempo a alimentar dados. Os dados encontrados no SI são vários, entre eles encontra-se a informação de código, descrição e posto de trabalho.

Cada posto de trabalho é associado a uma família e grupo diferente, ao se obter a célula destino do código é possível, de forma automática, obter esses dados.

Sendo que cada código só pode ter associado um tipo de caixa, ao se colocar um código novo na base de dados, é necessário associar ao mesmo um tipo de caixa. A partir do momento em que é associado, pela primeira vez, o tipo de caixa, sempre que voltar a aparecer o código na base de dados para outras células, esta informação também passa a ser automaticamente abastecida. O mesmo acontece para a quantidade de peças do código possível de se colocar na caixa, sendo apenas necessário abastecer esta informação uma vez.

Os únicos dados necessários de serem sempre alimentados no ERP seriam os de posições nos bordos de linha e indicação do local a armazenar as peças em supermercados.

Para efetuar os cálculos automáticos para os *kanbans*, é necessário se ter informação dos tempos de ciclo do produto e respetivo fator de incorporação. Esta informação anteriormente era introduzida uma vez por cada código associado a um centro de trabalho, e nunca mais era atualizada, mesmo que o tempo de ciclo alterasse para o posto em causa. Assim sendo estes dados encontravam-se errados, podendo originar transferência de informação incorreta para os *mizusumashis*, podendo deste modo originar transferência excessiva de caixas para bordos de linha, ou ainda pior, quebras de abastecimento nas células. De maneira a evitar o pior dos casos, as quebras de abastecimento, foi decidido ter em conta o menor tempo de ciclo possível do código e o maior fator de incorporação do mesmo. Foi assim estimulado porque se tivéssemos em conta para os cálculos dos *kanbans* o maior tempo de ciclo do produto final onde se monta o componente, ou o menor fator de incorporação, nos *kanbans* obteríamos um total de caixas necessárias a se transportar para os bordos de linha menor, podendo causar perdas de produção devido a pouco transporte de caixas para as células. Assim sendo, tendo em conta o pior dos casos, a quantidade de caixas necessárias a se transportar para os bordos de linha seria maior, mas são prevenidas quebras de produção.

Os cálculos efetuados para determinar a quantidade de caixas a se transportar pelos *mizusumashis* para os postos eram anteriormente efetuados usando um tempo

standard da rota do comboio logístico de 40 minutos (2400 segundos). Visto que na empresa existem seis rotas diferentes, tendo todas elas tempos diferentes de ciclo, é concluído que o processo não está otimizado. Para otimizar o processo é necessário determinar os tempos das rotas para posteriormente associar postos de trabalho a rotas dos diferentes *mizusumashis*.

Tempos de Ciclo dos Mizus		
	+	
	Codigo Mizu	Tempo Ciclo
	MizuTorneiras	2820
	MizuMecanismos	2880
	MizuExteriores	3600
	MizuInteriores	2400
	MizuPlacas	2880
	MizuEmbalagem	1920

Figura 42 - Tabela com tempos de ciclo dos mizusumashis atualizados

Deste modo, associando os cálculos por posto, é garantido o correto transporte de caixas, evitando o excesso ou falta de transporte de caixas, evitando, mais uma vez, possíveis quebras de produção devido à incorreta informação alimentada nas bases de dados.

Também é necessário ter a informação das medidas das células dos bordos de linha, caso haja necessidade de criação de novos *routings* para as células, se consiga observar os tamanhos da célula, de maneira a atribuir mais facilmente caixas aos bordos de linha.

WorkCenter Positions						
	+	Work Center	Level	Position	Station	Measure
	▶	VD007	1	1	1	200
		VD008	1	1	1	300
		VD008	1	2	1	300
		VD008	1	3	1	300

Figura 43 - Tabela com tamanhos das diferentes posições em todos os postos de trabalho

Resultados

A implementação permitiu facilitar a inserção de dados na base de dados, garantindo uma maior rapidez na atualização de informação.

Tabela 3 - Diferença entre Mestre Células e IFS na atualização de informação

	Mestre Células	IFS
Coluna	Método de inserção	Método de inserção
Código	Manual	Automático
Descrição	Manual	Automático
Posto de Trabalho	Manual	Automático
Caixa	Manual	Semi-Automático
Quantidade	Manual	Semi-Automático
Família	Manual	Automático
Grupo	Manual	Automático
PT Estante	Manual	Manual
PT Andar	Manual	Manual
PT Posição	Manual	Manual
SPM Estante	Manual	Manual
SPM Andar	Manual	Manual
SPM Posição	Manual	Manual
Fator de Incorporação	Manual	Automático
Nº de Células	Manual	Automático
Tempo de Ciclo (s)	Manual	Automático
Tempo / código (s)	1960	340

Para comprovar a melhoria no processo e diminuição de tarefas foi utilizada a linguagem BPMN após implementada a migração.

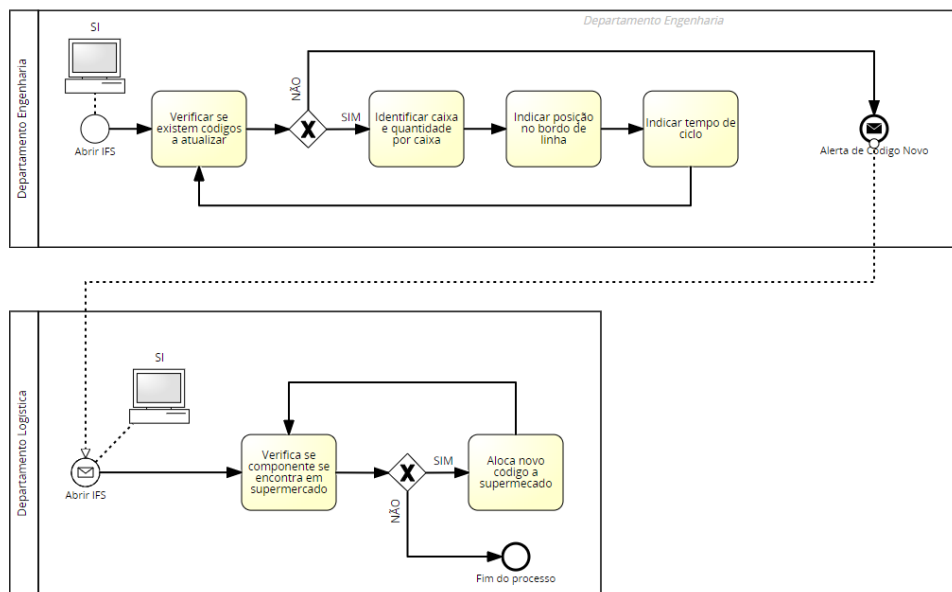


Figura 44 - BPMN novo processo atualização base de dados

Deste modo, comparando a quantidade de tarefas com a obtida no BPMN da figura 14, verificamos uma redução das mesmas após alterada a base de dados, resultando em diminuição no tempo de processo para alimentar os dados a serem consumidos pelos *kanbans*.

4.7. Resultados Gerais

As mudanças anteriormente sugeridas no desenvolvimento de projeto têm resultados específicos atribuídos individualmente a cada uma, mas com todas as melhorias agrupadas e implementadas é previsto que se obtenha um aumento de eficiência, diminuição no tempo de fluxo logístico na empresa e diminuição de quebras de abastecimento que se traduz em aumentos de produtividade. Os resultados gerais obtidos de todas as melhorias ocorridas a partir do desenvolvimento de projeto são aqui apresentados. No final, para cada ganho obtido, são apresentadas as melhorias implementadas que possibilitaram e deram origem aos mesmos.

Tempo de ciclo do mizusumashi

As alterações impostas preveem uma diminuição nos tempos das rotas dos *mizusumashis*, nomeadamente na procura de componentes nos supermercados por uso das *queries*. A acompanhar o processo foi também efetuado um cálculo de tempos para

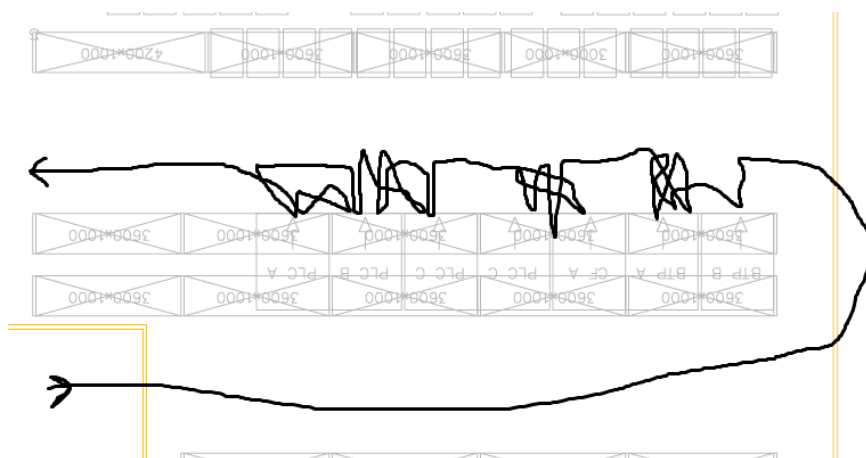


Figura 45 - Diagrama de Spaghetti para processo Mizusumashi para procurar componentes nos Supermercados (Depois)

A partir da análise do Diagrama de Spaghetti antes de implementada a alteração (figura 24) e depois, podemos verificar a redução de movimentação por parte do *mizusumashi*, que se espera traduzir em diminuição no tempo total de ciclo do mesmo. Para comprovar a redução no desperdício de movimentação foram comparados os tempos usando os dois métodos diferentes utilizando seis *queries* diferentes por cada. O tempo inicia no instante em que o *mizusumashi* pára o comboio logístico ao lado do supermercado, até ao instante em que volta a iniciar a rota com o comboio preenchido com as caixas necessárias a levar para as células.

Tabela 4 - Tempos de procura de caixas nos supermercados

	ANTES (seg)		Depois (seg)
1	349	1	291
2	351	2	313
3	332	3	345
4	316	4	260
5	327	5	278
6	331	6	254
Total (seg)	2006	Total (seg)	1705

Podemos verificar que o tempo gasto na procura de componentes por nova ordem de fabrico diminui em cerca de 47 segundos. Deste modo diminuámos o tempo de ciclo do *mizusumashi* na hora de procurar componentes nos supermercados. Verificando a média de mudanças de produtos finais a serem efetuados nos postos por dia, podemos comprovar que, por dia, são poupados 2520 segundos, que corresponde a uma redução nos tempos das rotas por dia de 42 minutos. Esta mudança pode resultar em diminuições nas quebras de abastecimento, devido à redução nos tempos despendidos nos supermercados.

- Origem

Os desenvolvimentos que permitiram esta melhoria foram a mudança de necessidades por *shop order* e a migração da base de dados para o ERP. A partir do momento em que os dados passaram a ser alimentados automaticamente a partir do sistema de informação, a alteração permitiu a diminuição de trabalho por parte do utilizador, permitindo uma alimentação de dados mais fluida e sem erros nas posições a serem alimentadas nas necessidades por *shop order*, prevenindo fornecimento de dados errados aos *mizusumashis*.

A alteração da ordem nas folhas de *queries* dos dados também permitiu uma diminuição no trajeto dos *mizusumashis* para abastecer as caixas necessárias nos comboios logísticos, reduzindo o desperdício na movimentação.

Quebras de abastecimento

O objetivo inicial da empresa em termos de quebras de abastecimento é estar abaixo de 1.8% do tempo de abertura dos postos, sendo que no ano anterior a média de quebras foi 2.4%. A fórmula usada para calcular a percentagem de quebras é a seguinte:

$$\% \text{ Quebras de abastecimento} = \frac{\text{Tempo de paragem no posto por quebra de abastecimento}}{\text{Tempo de abertura da célula}}$$

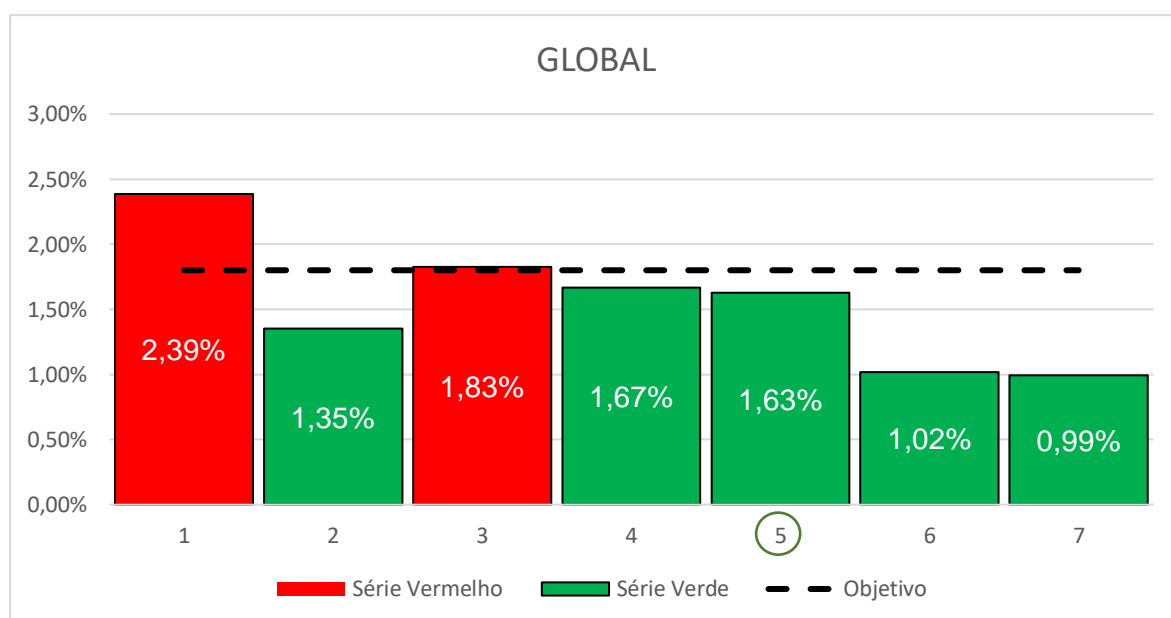
A implementação da nova *query* ocorreu na semana 17, mostrado no gráfico do Anexo 10, por consequência ocorreu um crescimento de quebras de abastecimento nas duas primeiras semanas seguintes. Estima-se que nessas duas semanas em causa esse aumento de quebras aconteceu devido à mudança de método, semanas essas em que houve acompanhamento no processo e constante resolução de problemas encontrados,

ocorridos pela alteração de método de alimentação às folhas de necessidade de *shop order*.

A partir da semana 20, terminando o acompanhamento da alteração e tendo resolvidos todos os percalços, verifica-se uma grande diminuição na percentagem de quebras de abastecimento por tempo de abertura dos postos.

Foi então analisado o gráfico de quebras por mês (anexo 8). A alteração ocorreu na última semana do quarto mês (semana 17), sendo que os resultados só começaram a surgir a partir do quinto mês (semana 18).

Tabela 5 - Quebras de Abastecimento Global por mês



Depois do acompanhamento e após resolução de todos os problemas, a percentagem de quebras de abastecimento manteve-se sempre abaixo do objetivo inicialmente pretendido de 1.8%. Conseguimos deste modo observar, no gráfico do Anexo 9, que, a partir do momento em que os obstáculos iniciais são ultrapassados, a média de quebras de abastecimento a partir do momento de alteração (semana 17) fica nos 1.22%, sendo que a média anterior rondava os 1.79%. É uma diminuição de 0.57% em perdas de produção, estando a contar as duas semanas de acompanhamento na mudança de processo e respetivos obstáculos encontrados. Se ignorarmos as duas semanas de implementação, a média de perdas de produção desde finalizada a alteração (semana 20) fica nos 1.06%, reduzindo deste modo 0.73% falhas de produtividades.

Este ganho na produção de 0.73% representa um aumento de produtividade nas células por mês de 4730 minutos, o que equivale a um acréscimo de 78 horas e 50 minutos de produção por mês.

Devido aos recentes resultados após alteração das folhas de necessidade por *shop orders*, foi calculado e sugerido um novo objetivo a começar a partir da semana 30, que fica abaixo de 1% de quebras de abastecimento, baixando deste modo em 0.8% as perdas de produção pretendidas, e reduzindo em 1.4% o obtido do ano anterior.

- Origem

A melhoria que possibilitou a diminuição de quebras de abastecimento foi a alteração do processo de alimentação de dados às necessidades por *shop order*. Esta mudança não só reduziu a quantidade de trabalho por parte dos utilizadores responsáveis pela alimentação dos mesmos como também, e principalmente, diminuiu acentuadamente a quantidade de quebras de abastecimento às células, eliminando o erro humano e garantindo que todos os dados necessários estariam alimentados nas *queries*, sem necessidade de alimentação dos mesmos por parte dos utilizadores.

A migração da base de dados para o ERP permitiu corrigir os cálculos de transporte de caixas para os bordos de linha, garantindo a quantidade necessária de caixas a serem transportadas para as células.

A criação do standard da nova posição de stock também ajudou a evitar quebras, pois possibilitou a prevenção de falta de componentes nas células por falta de espaço para colocar caixas.

Eficiência

Anteriormente, devido à ausência de informação nos *kanbans*, os *mizusumashis* inseriam as caixas nos postos de trabalho aleatoriamente, passando o trabalho de colocar a caixa no sítio certo às operadoras na montagem, reduzindo deste modo a eficiência nas células. Após uma análise ao processo de colocação de caixas nos bordos de linha, feito um cálculo de tempo a 6 alterações nas ordens de produção, usando o método antigo de *kanbans* e o atual obtivemos os seguintes resultados.

Tabela 6 - Tempos de movimentação de caixas no início de nova produção

	ANTES (seg)			DEPOIS (seg)	
	<i>Mizusumashi</i>	Operador		<i>Mizusumashi</i>	Operador
1	265	147	1	306	0
2	256	112	2	319	0
3	246	228	3	286	72
4	235	90	4	241	0
5	201	252	5	225	144
6	272	87	6	328	0
Total (seg)	1475	916	Total (seg)	1705	216

Calculando os totais, antes e depois, é verificado que o tempo total de movimentação de caixas (após 6 alterações de ordens de fabrico no mesmo posto) reduz significativamente no geral. Se observarmos o tempo de recolocação de caixas na célula por parte do operador alocado à montagem nota-se uma diminuição de, aproximadamente, 2 minutos por cada alteração de necessidade de fabrico. Estes 2 minutos representam um aumento na eficiência da célula.

No sentido contrário verificamos o tempo desperdiçado pelo *mizusumashi* que em média, por cada alteração de produto no posto de trabalho, aumenta o tempo de ciclo em 40 segundos. Este aumento deve-se ao facto de os *mizusumashis* terem de verificar as posições onde devem colocar as caixas na célula, sendo que anteriormente inseriam as caixas aleatoriamente sem necessitar de verificar onde colocar.

Deste modo as alterações aos *templates* dos *kanbans* reduziram o retrabalho por parte dos operadores, aumentando por consequência o tempo de ciclo do *mizusumashi*. Considerando o aumento de tempo por parte dos *mizusumashis* e redução por parte dos operadores, concluímos que, por cada alteração de produto, reduzimos em um minuto e vinte segundos o tempo de movimentação de caixas. Tendo também em conta que a prioridade é a montagem, o aumento de tempo por parte da logística verifica-se como uma melhoria, visto que possibilita um aumento de produção no posto, onde ocorre o acréscimo de valor do produto, incrementando deste modo a eficiência e ergonomia.

No total, considerando o último ano de produção onde se obteve uma média de 63 alterações de ordem de fabrico por dia, é esperado uma melhoria de eficiência em todas as células de 126 minutos diários totais, o que corresponde a, mensalmente, uma melhoria

total de 52 horas e 30 minutos, melhorando deste modo o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) geral da fábrica.

- Origem

Para aumentar a eficiência das células foi necessário garantir que todos os dados seriam fornecidos aos *mizusumashis* e que os mesmos estivessem corretos. O que possibilitou garantir a correção dos dados foi a implementação e utilização do novo Excel de ajuda à correção das posições nos bordos de linha.

A mudança que permitiu fornecer todos os dados aos *mizusumashis* das localizações nos postos de trabalho foi a alteração dos *kanbans*, tanto de supermercado em estante como dos *kanbans* de intermédios impressos em etiquetas.

5. Conclusões

O projeto inicialmente proposto pela empresa OLI – Sistemas Sanitários envolvia a migração da base de dados para o sistema de informação utilizado na mesma. Seguindo a metodologia delineada inicialmente foi possível cumprir o plano, sendo também possível verificar e alterar processos e melhorar os mesmos nunca perdendo o foco principal e inicial do mesmo.

Tendo todos os dados recolhidos sobre a informação necessária a migrar para o sistema de informação, durante o tempo em que o departamento técnico formava a aplicação do mesmo, foi possível analisar os problemas no fluxo de informação no chão de fábrica da empresa, envolvendo não só a melhoria na introdução de dados, como também no seu fluxo entre os diferentes utilizadores.

Feita a implementação de todas as alterações propostas e após sucedida a migração da base de dados, foi possível verificar significantes melhorias em várias áreas na empresa.

O fluxo de informação no chão de fábrica foi melhorado, garantindo todos os dados necessários para abastecer os bordos de linha, tanto de componentes a abastecer nas linhas como também nas posições corretas nos respetivos bordos de linha. As *queries* possibilitaram maior rapidez na ida aos supermercados procurar caixas para abastecer as linhas, diminuindo tempos de ciclo dos *mizusumashis*, melhorando tempos das rotas dos mesmos.

Foram garantidos progressos a níveis ergonómicos nos postos de trabalho devido à alteração do *template* dos *kanbans*, assegurando todos os dados disponíveis aos *mizusumashis* para abastecer as células, evitando excessiva movimentação de caixas na montagem de produtos.

Garantindo melhorias a níveis ergonómicos foi possível melhorar eficiência em todas as células na empresa, devido à diminuição de movimentação de caixas pelos operadores alocados à montagem de componentes com a alteração da informação obtida a partir dos *kanbans*.

Com a migração da base de dados para o sistema ERP foi possível garantir uma redução de tempo para efetuar variadas tarefas na introdução de dados para certificar que o sistema *kaizen* fica atualizado, podendo deste modo utilizar esse tempo poupado para tarefas mais tarefas e outros projetos. O sistema ERP também garantiu que nunca haveriam erros humanos na inserção de informação na base de dados.

Com as melhorias mencionadas acima, foi garantida uma considerável diminuição nas quebras de abastecimento nas células. Foi verificada uma diminuição de 0.73% de quebras de abastecimento comparativamente ao objetivo traçado pela direção, o que correspondeu a um ganho de produtividade nas células por mês de 78 horas e 50 minutos.

Cada proposta sugerida trouxe benefícios em diferentes áreas, sendo que melhorou e reduziu desperdícios encontrados pela inicial análise de problemas.

Numa análise geral, atingiram-se os objetivos propostos para o presente projeto, melhorando diferentes aspetos em todo o processo, reduzindo e, em alguns casos, até eliminando tempo que era considerado desperdício, sendo também melhorada a eficiência nas células assim como a produtividade das mesmas, aperfeiçoando todo o processo logístico no chão de fábrica da empresa.

Sugestões para o futuro

Para futuro será estudado a implementação do sistema de *kanban* eletrónico (*e-kanban*), que permite um melhor fluxo de caixas, substituindo os atuais *kanbans* físicos de movimentação, permitindo também, ao mesmo componente, poder ter mais que apenas uma posição destino nos bordos de linha. O *e-kanban* também seria uma melhoria porque permite, dependendo do componente final e respetivo tempo de ciclo, otimizar quantidades de caixas a transportar pelos *mizusumashis*. O sistema *e-kanban* permite imediatamente obter informação correta após a possível necessidade de alterar dados, pois evita que o utilizador tenha de imprimir *kanbans* físicos novos após pequenas alterações.

Com a alteração de *kanban* físico para *kanban* eletrónico também é considerado viável uma alteração do processo de movimentação de caixas e armazenamento físico implementando-se o sistema *mini-load*. Este sistema é vantajoso pois traduz-se em melhoria em espaço de armazenamento, permitindo transporte de caixas individuais, ao contrário de transporte em palete. Na empresa em estudo este método torna mais benéfico devido à quantidade de caixas transportadas das máquinas de injeção para o armazém, pois elimina movimentação de paletes entre máquinas de injeção e armazém central e respetiva diminuição de movimentação por parte dos empilhadores, aumentando deste modo a segurança na fábrica.

Para melhoria nas rotas dos *mizusumashis* é considerado útil a implementação de um sistema RFID (*radio frequency identification*), de maneira a controlar tempos das rotas, e de maneira a ser possível a rápida visualização de problemas na possibilidade de ocorrência de quebras de abastecimento devido a atrasos dos *mizusumashis*. Com o

controle por RFID poderá ser possível ver possíveis problemas nas rotas, detectá-los de maneira a intervenção mais rápida para solucionar os mesmos.

Para melhorar o fluxo de caixas, entre máquinas de injeção e armazém central é classificado como alternativa aos empilhadores o uso de sistemas de transporte sem condutor (AGVs - *Automated Guided Vehicles*), pois desse modo conseguimos eliminar erros humanos e reduzir tempos de ciclo, melhorando o fluxo e aumentando deste modo a segurança na zona e eliminando operações que não agregam valor ao produto, padronizando o processo no seu todo.

Referências Bibliográficas

- Barros-Justo, J. L., Benitti, F. B. V., & Tiwari, S. (2019). The impact of Use Cases in real-world software development projects: A systematic mapping study. *Computer Standards and Interfaces*, 66(April), 103362. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2019.103362>
- Braglia, M., Carmignani, G., & Zammori, F. (2006). A new value stream mapping approach for complex production systems. *International Journal of Production Research*, 44(18–19), 3929–3952. <https://doi.org/10.1080/00207540600690545>
- Cahyana, R. (2018). A preliminary investigation of information system using Ishikawa diagram and sectoral statistics. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 434, 012050. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/434/1/012050>
- Čech, P. (2019). Matching UML class models using graph edit distance. *Expert Systems with Applications*, 130, 206–224. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.04.008>
- Chang, T. M., & Yih, Y. (1994). Generic kanban systems for dynamic environments. *International Journal of Production Research*, 32(4), 889–902. <https://doi.org/10.1080/00207549408956977>
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, 34(1), 124–134. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2011.06.002>
- Coimbra, E. A. (2009). *Total management flow : achieving excellence with kaizen and lean supply chains*. (K. Institute, Ed.). Kaizen Institute.
- Ehrhardt, R. (1997). A model of JIT make-to-stock inventory with stochastic demand. *Journal of the Operational Research Society*, 48(10), 1013–1021. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600450>
- Geiger, M., Harrer, S., Lenhard, J., & Wirtz, G. (2016, January). BPMN 2.0: The state of support and implementation. *Future Generation Computer Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.01.006>
- Goomas, D. T. (2012). The Impact of Wireless Technology on Loading Trucks at an Auto Parts Distribution Center The Impact of Wireless Technology on Loading Trucks at

- an Auto Parts, 8061. <https://doi.org/10.1080/01608061.2012.698118>
- Gross, J., & Mcinnis, K. (2003). *Kanban made simple: demystifying and applying Toyota's legendary manufacturing process*. (AMACOM, Ed.). New York.
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994–1011.
<https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2004). To Pull or Not to Pull: What Is the Question? *Manufacturing & Service Operations Management*, 6(2), 133–148.
<https://doi.org/10.1287/msom.1030.0028>
- Jenab, K., Staub, S., Moslehpour, S., & Wu, C. (2019). Company performance improvement by quality based intelligent-ERP. *Decision Science Letters*, 8, 151–162.
<https://doi.org/10.5267/j.dsl.2018.7.003>
- Jituri, S., Fleck, B., & Ahmad, R. (2018). Lean or ERP - A Decision Support System to Satisfy Business Objectives. *Procedia CIRP*, 70, 422–427.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.02.048>
- Kožíšek, F., Vrana, I., & Modelling, B. P. (2017). Agris on-line Papers in Economics and Informatics Business Process Modelling Languages, IX(3), 39–49.
<https://doi.org/10.7160/aol.2017.090304.Introduction>
- Krijnen, A. (2007). The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. *Action Learning: Research and Practice*, 4(1), 109–111.
<https://doi.org/10.1080/14767330701234002>
- Lander, E., & Liker, J. K. (2007). The Toyota Production System and art : making highly customized and creative products the Toyota way, 7543.
<https://doi.org/10.1080/00207540701223519>
- Martin, A. D., & Kincaid, R. K. (1998). Using tabu search to determine the number of kanbans and lotsizes in a generic kanban system, 78, 201–217.
- Miwa, K., Nomura, J., & Takakuwa, S. (2017). Module-based modeling and analysis of just-in-time production adopting dual-card kanban system and Mizusumashi worker. In *2017 Winter Simulation Conference (WSC)* (pp. 3756–3767). IEEE.

<https://doi.org/10.1109/WSC.2017.8248088>

- Mukhopadhyay, S. K., & Shanker, S. (2005). Kanban implementation at a tyre manufacturing plant: A case study. *Production Planning and Control*, 16(5), 488–499.
<https://doi.org/10.1080/09537280500121778>
- Naufal, A., Jaffar, A., Yusoff, N., & Hayati, N. (2012). Development of kanban system at local manufacturing company in Malaysia-Case study. *Procedia Engineering*, 41(Iris), 1721–1726. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.374>
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system : beyond large-scale production*. Productivity Press. Retrieved from https://books.google.pt/books?id=7_-67SshOy8C&hl=pt-PT&source=gbs_navlinks_s
- Pettersen, J. (2009). Defining lean production: some conceptual and practical issues.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.374>
- Pinto, J. (2014). *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras*. (LIDEL, Ed.) (6th ed.). Lisboa.
- Silva, A., Videira, C. (2001). *UML, Metodologias e Ferramentas CASE*. (C. Atlântico, Ed.) (1st ed.). Lisboa.
- Stock, G. N., Greis, N. P., & Kasarda, J. D. (2000). Enterprise logistics and supply chain structure : the role of fit.
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553–564.
<https://doi.org/10.1080/00207547708943149>

Anexos

Anexo 1 - Base de Dados Mestre Células - Dados Inseridos e calculados

A	B	C	D	E		F	G	H		
Grupo	Célula 1 WORK CENTER (IFS)	Família	Código	Linha Nova	Mostrar/Ocultar Info PR	CAIXA	QTD	FI		
Embalagens	EE001	EMB	IE41000130752	VAL AIN EVOLI SIL JA H1 P1 6L		XL	16	1		
I	J	K	L	M	N	O	P			
Caixa Pull	QTD Pull	Caixas em armazém	Empilhado	Separador	BL Posto	BL Nível	BL Posição			
					1	1	3			
Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
Célula 2 WORK CENTER (IFS)	BL Posto 2	BL Nível 2	BL Posição 2	SUP Posto	SUP Nível	SUP Posição	Apagar ET_CX Etiqueta	Tempo de Ciclo [s]	Necessidade / Ciclo Mizu	Nº Células
				VAR				15	160	1
AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ		
Caixas No Bordo de Linha	Caixas para Formar o Lote	Caixas Consumidas Durante o Tempo de Re-Abastecimento	Caixas Necessárias no Supermercado	Nº Caixas / Corredor	Corredores	Total de Caixas Ajustado	Tamanho do Lote Ajustado	CÓDIGO NOVO		
21	25	45	91	4	23	92	25			

Anexo 2 - Mestre Células - Dados para cálculos automáticos

	Caixa	Largura (mm)	Altura (mm)	Profundidade (mm)
5				
6	A	150	120	200
7	B	200	120	300
8	C	300	120	400
9	D	300	170	400
10	L	300	220	400
11	XL	400	220	600
12	Ah	200	120	150
13	Bh	300	120	200
14	Ch	400	120	300
15	Dh	400	170	300
16	Lh	400	220	300
17	XLh	600	220	400

A	B
Leadtime	Tempo (segundos)
Ciclo do Mizusumashi	1200
Lote Supermercado	6000
Tempo de Reposição para o Repacking	10800

Anexo 3 - Standard Componentes em posição Stock



Bordos de Linha – Componentes para Stock

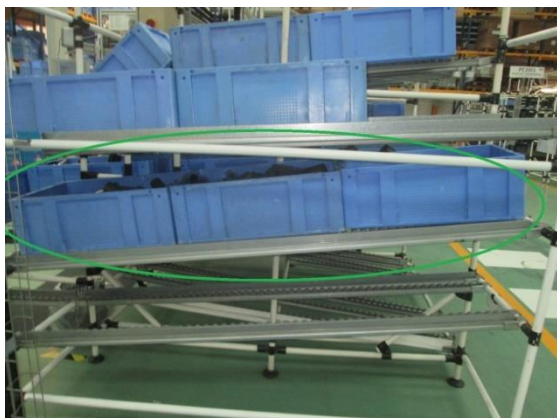
VERIFICAR CAIXAS EM CIRCULAÇÃO NOS KANBANS

Tarefas

- Após nova ordem de fabrico verificar caixas em circulação nos *Kanbans* e introduzir as caixas nas posições do bordo de linha correspondentes.



- Caso a quantidade de caixas não caiba no bordo de linha inserir caixas na posição para Stock.



- Caso ocorram quebras de abastecimento é do dever dos colaboradores responsáveis pela montagem ir à posição de Stock verificar se existem caixas com componentes e fazer o auto-abastecimento na linha.
- Quando não são consumidas todas as caixas do componente após efetuada uma rota de mizu, o método de abastecimento continua a ser caixa cheia caixa vazia, dando prioridade à inserção de caixas no bordo de linha que se encontrem na posição de Stock.

Anexo 4 - Macro para novo *kanban* da Base de Dados

Public wsMestre As Worksheet

Public wsKANBAN As Worksheet

Sub KANBAN2()

Set wsMestre = ThisWorkbook.Worksheets("Mestre_Celulas")

Set wsKANBAN = ThisWorkbook.Worksheets("Etiquetas")

Application.Calculation = xlCalculationManual

Application.ScreenUpdating = False

wsKANBAN.Activate

wsKANBAN.Cells.ClearContents

p = 2

g = 2

While wsMestre.Cells(p, 4) <> Empty

 If wsMestre.Cells(p, 24) <> Empty Then

 If wsMestre.Cells(p, 21) = "P" Then

 If IsNumeric(wsMestre.Cells(p, 27)) And IsNumeric(wsMestre.Cells(p, 28)) Then

 For k = 1 To wsMestre.Cells(p, 27) * wsMestre.Cells(p, 28) * 2

 wsKANBAN.Cells(g, 1) = g - 1 'Ordenar

 wsKANBAN.Cells(g, 2) = wsMestre.Cells(p, 4)

 wsKANBAN.Cells(g, 3) = wsMestre.Cells(p, 5)

 wsKANBAN.Cells(g, 4) = wsMestre.Cells(p, 6)

 wsKANBAN.Cells(g, 5) = wsMestre.Cells(p, 7)

 wsKANBAN.Cells(g, 6) = wsMestre.Cells(p, 3)

 wsKANBAN.Cells(g, 7) = wsMestre.Cells(p, 21)

 If wsMestre.Cells(p, 23) = "" Then

 wsKANBAN.Cells(g, 8) = wsMestre.Cells(p, 22)

 Else

 wsKANBAN.Cells(g, 8) = wsMestre.Cells(p, 22) & "." & wsMestre.Cells(p,

23)

 End If

 wsKANBAN.Cells(g, 9) = "*" & wsMestre.Cells(p, 4) & "*"

 wsKANBAN.Cells(g, 10) = k

 wsKANBAN.Cells(g, 11) = wsMestre.Cells(p, 27) * wsMestre.Cells(p, 28) * 2

 wsKANBAN.Cells(g, 12) = wsMestre.Cells(p, 1)

 wsKANBAN.Cells(g, 13) = wsMestre.Cells(p, 28) & " Cx"

 g = g + 1

 Next k

```

Else
    MsgBox "Nº de células ou N°Caixas no BL mal definidos para o código" & " " &
wsMestre.Cells(p, 4)
End If

Else

If IsNumeric(wsMestre.Cells(p, 34)) Then
    For k = 1 To wsMestre.Cells(p, 34)

        wsKANBAN.Cells(g, 1) = g - 1
        wsKANBAN.Cells(g, 2) = wsMestre.Cells(p, 4)
        wsKANBAN.Cells(g, 3) = wsMestre.Cells(p, 5)
        wsKANBAN.Cells(g, 4) = wsMestre.Cells(p, 6)
        wsKANBAN.Cells(g, 5) = wsMestre.Cells(p, 7)
        wsKANBAN.Cells(g, 6) = wsMestre.Cells(p, 3)
        wsKANBAN.Cells(g, 7) = wsMestre.Cells(p, 21)

        If wsMestre.Cells(p, 23) = "" Then 'Só para eliminar o "."
            wsKANBAN.Cells(g, 8) = wsMestre.Cells(p, 22)
        Else
            wsKANBAN.Cells(g, 8) = wsMestre.Cells(p, 22) & "." & wsMestre.Cells(p,
23) '
            End If

        wsKANBAN.Cells(g, 9) = "" & wsMestre.Cells(p, 4) & ""
wsKANBAN.Cells(g, 10) = k
        wsKANBAN.Cells(g, 11) = wsMestre.Cells(p, 34)
        wsKANBAN.Cells(g, 12) = wsMestre.Cells(p, 1)
        wsKANBAN.Cells(g, 13) = wsMestre.Cells(p, 28) & " Cx"

        g = g + 1

    Next k

Else
    MsgBox "Nº de total de caixas mal definido para o código" & " " &
wsMestre.Cells(p, 4)
End If

End If
End If
p = p + 1
Wend
Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
Application.ScreenUpdating = True

```

```

If g > 1 Then
    wsKANBAN.Range(wsKANBAN.Cells(2, 1), wsKANBAN.Cells(g - 1, 35)).Select
    Selection.Copy
End If

a = 2
b = 2
c = 15
d = 16
e = 17

While wsKANBAN.Cells(b, 1) <> Empty

    While wsMestre.Cells(a, 4) <> Empty

        If wsMestre.Cells(a, 4) = wsKANBAN.Cells(b, 2) And wsMestre.Cells(a, 3) =
wsKANBAN.Cells(b, 6) Then

            'Caso do Work Center 1
            wsKANBAN.Cells(b, c) = wsMestre.Cells(a, 2) 'WorkCenter
            wsKANBAN.Cells(b, d) = wsMestre.Cells(a, 14) 'BL Posto

            If wsMestre.Cells(a, 16) = "" Then
                wsKANBAN.Cells(b, e) = wsMestre.Cells(a, 15)
            Else
                wsKANBAN.Cells(b, e) = wsMestre.Cells(a, 15) & "." & wsMestre.Cells(a, 16)
            End If

            c = c + 3
            d = d + 3
            e = e + 3

            If wsMestre.Cells(a, 4) = Empty Then
                b = b + 1
            End If

        End If

    End If

    'Caso tenha Work Center 2
    If wsMestre.Cells(a, 4) = wsKANBAN.Cells(b, 2) And wsMestre.Cells(a, 3) =
wsKANBAN.Cells(b, 6) And wsMestre.Cells(a, 17) <> Empty Then

        wsKANBAN.Cells(b, c) = wsMestre.Cells(a, 17) 'Work Center 2
        wsKANBAN.Cells(b, d) = wsMestre.Cells(a, 18) 'BL Posto2
    End If

```

```

        If wsMestre.Cells(a, 20) = "" Then
            wsKANBAN.Cells(b, e) = wsMestre.Cells(a, 19)
        Else
            wsKANBAN.Cells(b, e) = wsMestre.Cells(a, 19) & "." & wsMestre.Cells(a, 20)
        'Posição no BL2
        End If

        c = c + 3
        d = d + 3
        e = e + 3

        If wsMestre.Cells(a, 4) = Empty Then
            b = b + 1
        End If

    End If

    a = a + 1

Wend
b = b + 1
a = 2
c = 15
d = 16
e = 17
Wend

Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
Application.ScreenUpdating = True

If g > 1 Then
    wsKANBAN.Range(wsKANBAN.Cells(2, 1), wsKANBAN.Cells(g - 1, 35)).Select
    Selection.Copy
End If

End Sub

```

Anexo 5 - Macro para Verificação de Repetidos nos Bordos de Linha

```
Public wsRepetido As Worksheet
Sub Repetidos()

Set wsRepetido = ThisWorkbook.Worksheets("Repetidos")
ThisWorkbook.Worksheets("Repetidos").Activate
Set Data = wsRepetido.UsedRange

Application.Calculation = xlCalculationManual
Application.ScreenUpdating = False

Dim x1, x2, nRepetidos As Integer
Dim Atual, Seguinte As String

x1 = 2

While wsRepetido.Cells(x1, 1) <> ""

    If wsRepetido.Cells(x1, 7) <> "" Then
        wsRepetido.Cells(x1, 7) = ""
    End If

    x1 = x1 + 1

Wend

Data.Sort Key1:=Range("A1"), Key2:=Range("F1"), Header:=x1Yes

x1 = 2
naRepetidos = 0
nbRepetidos = 0
ncRepetidos = 0
nfRepetidos = 0

If wsRepetido.Cells(x1, 7) = "X" Then
    wsRepetido.Cells(x1, 7).ClearContents
End If

While wsRepetido.Cells(x1, 1) <> ""
    Atual = wsRepetido.Cells(x1, 1) & wsRepetido.Cells(x1, 6)
    x2 = x1 + 1
    Seguinte = wsRepetido.Cells(x2, 1) & wsRepetido.Cells(x2, 6)

    If Atual = Seguinte And wsRepetido.Cells(x1, 10) = "A" And wsRepetido.Cells(x1, 9) <>
"Ñ EXISTE" And wsRepetido.Cells(x1, 9) <> "POSIÇÃO ERRADA" Then
        wsRepetido.Cells(x1, 7) = "A"
        wsRepetido.Cells(x2, 7) = "A"
        naRepetidos = naRepetidos + 1
    End If
End While
```

```

    If Atual = Seguinte And wsRepetido.Cells(x1, 10) = "B" And wsRepetido.Cells(x1, 9) <>
"Ñ EXISTE" And wsRepetido.Cells(x1, 9) <> "POSIÇÃO ERRADA" Then
        wsRepetido.Cells(x1, 7) = "B"
        wsRepetido.Cells(x2, 7) = "B"
        nbRepetidos = nbRepetidos + 1
    End If

```

```

    If Atual = Seguinte And wsRepetido.Cells(x1, 10) = "C" And wsRepetido.Cells(x1, 9) <>
"Ñ EXISTE" And wsRepetido.Cells(x1, 9) <> "POSIÇÃO ERRADA" Then
        wsRepetido.Cells(x1, 7) = "C"
        wsRepetido.Cells(x2, 7) = "C"
        ncRepetidos = ncRepetidos + 1
    End If

```

```

    If Atual = Seguinte And wsRepetido.Cells(x1, 10) = "F" And wsRepetido.Cells(x1, 9) <>
"Ñ EXISTE" And wsRepetido.Cells(x1, 9) <> "POSIÇÃO ERRADA" Then
        wsRepetido.Cells(x1, 7) = "F"
        wsRepetido.Cells(x2, 7) = "F"
        nfRepetidos = nfRepetidos + 1
    End If

```

```

    On Error Resume Next
    x1 = x1 + 1

```

```

Wend

```

```

MsgBox "ENCONTROU-SE   " & naRepetidos & "   CÓDIGOS A REPETIDOS!" &
vbNewLine & vbNewLine & "ENCONTROU-SE   " & nbRepetidos & "   CÓDIGOS B
REPETIDOS!" & vbNewLine & vbNewLine & "ENCONTROU-SE   " & ncRepetidos & "
CÓDIGOS C REPETIDOS!" & vbNewLine & vbNewLine & "ENCONTROU-SE   " &
nfRepetidos & " OUTROS REPETIDOS!"

```

```

Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
Application.ScreenUpdating = True

```

```

End Sub

```


Anexo 6 - Macro para efetuar análise ABC

Sub Analise_ABC()

' Analise_ABC Macro

```
ActiveWorkbook.Worksheets("ABC").AutoFilter.Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("ABC").AutoFilter.Sort.SortFields.Add Key:=Range( _
    "B1:B300"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlDescending, DataOption:= _
    xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("ABC").AutoFilter.Sort
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("D2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-1]"
Range("D3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-1]+R[-1]C"
Range("D3").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("D3:D300"), Type:=xlFillDefault
Range("D3:D300").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-312
```

End Sub

Anexo 7 - Macro para análise de repetição de postos de trabalho na Base de Dados

```
Public wsMestre As Worksheet
```

```
Sub Verificar_Repetidos2()
```

```
Set wsMestre = ThisWorkbook.Worksheets("Mestre_Celulas")
```

```
ThisWorkbook.Worksheets("Mestre_Celulas").Activate
```

```
Set Data = wsMestre.UsedRange
```

```
Application.Calculation = xlCalculationManual
```

```
Application.ScreenUpdating = False
```

```
Dim x1, x2, nRepetidos As Integer
```

```
Dim Actual, Seguinte As String
```

```
If wsMestre.FilterMode Then
```

```
    wsMestre.ShowAllData
```

```
End If
```

```
Data.Sort Key1:=Range("D1"), Key2:=Range("C1"), Key3:=Range("B1"), Header:=xlYes
```

```
x1 = 2
```

```
nRepetidos = 0
```

```
If wsMestre.Cells(x1, 38) = "VERIFICAR SE CÉLULA ESTÁ REPETIDA!" Then
```

```
    wsMestre.Cells(x1, 38).ClearContents
```

```
End If
```

```
While wsMestre.Cells(x1, 4) <> ""
```

```
    Actual = wsMestre.Cells(x1, 4) & wsMestre.Cells(x1, 3) & wsMestre.Cells(x1, 17)
```

```
    x2 = x1 + 1
```

```
    Seguinte = wsMestre.Cells(x2, 4) & wsMestre.Cells(x2, 3) & wsMestre.Cells(x2, 2)
```

```
If wsMestre.Cells(x2, 38) = "VERIFICAR SE CÉLULA ESTÁ REPETIDA!" Then
```

```
    wsMestre.Cells(x2, 38).ClearContents
```

```
End If
```

```
If Actual = Seguinte And wsMestre.Cells(x2, 1) <> "PLACAS_IMPRIMIR" Then
```

```
    nRepetidos = nRepetidos + 1
```

```
    wsMestre.Cells(x1, 38) = "VERIFICAR SE CÉLULA ESTÁ REPETIDA!"
```

```
    wsMestre.Cells(x2, 38) = "VERIFICAR SE CÉLULA ESTÁ REPETIDA!"
```

```
End If
```

```
x1 = x1 + 1
```

```
Wend
```

```
If nRepetidos = 0 Then
```

```
    MsgBox "NÃO HÁ INFORMAÇÃO REPETIDA"
```

```
Else
```

```
    MsgBox "ENCONTROU-SE " & nRepetidos & " CÉLULAS REPETIDAS!" & vbNewLine  
    & "ASSINALADOS NA COLUNA DE ERROS"
```

```
End If
```

```
Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
```

```
Application.ScreenUpdating = True
```

```
End Sub
```

Anexo 8 - Tempos de quebras de abastecimento por mês

	Mês	1	2	3	4	5	6	7	Antes (1-4)	Depois (5-7)
TEMPO PARAGENS (s)	EMBALAGEM	597	620	459	180	79	150	360	1856	589
	EXTERIORES	2632	1313	3646	2397	2364	966	2566	9988	5896
	INTERIORES	3236	2831	2843	3672	5172	1573	1915	12582	8660
	MECANISMOS	1214	998	933	773	827	1856	1360	3918	4043
	PLACAS	2500	877	1221	974	929	447	455	5572	1831
	Torneiras	2890	1574	1808	2245	2806	1073	1530	8517	5409
	TOTAL	13069	8213	10910	10241	12177	6065	8186	42433	26428
TEMPO ABERURA (s)	EMBALAGEM	22080	22080	22560	20085	17760	18420	23520	86805	59700
	EXTERIORES	133430	143235	150800	154050	192740	133125	189450	581515	515315
	INTERIORES	103650	116430	122735	122240	148440	130515	160935	465055	439890
	MECANISMOS	62100	66825	66750	57465	67605	59550	83115	253140	210270
	PLACAS	110835	126630	111285	124245	158250	139260	195690	472995	493200
	Torneiras	115665	132920	123340	136405	163130	113730	172445	508330	449305
	TOTAL	547760	608120	597470	614490	747925	594600	825155	2367840	2167680
PERCENTAGEM QUEBRAS (%)	EMBALAGEM	2.70%	2.81%	2.03%	0.90%	0.44%	0.81%	1.53%	2.14%	0.99%
	EXTERIORES	1.97%	0.92%	2.42%	1.56%	1.23%	0.73%	1.35%	1.72%	1.14%
	INTERIORES	3.12%	2.43%	2.32%	3.00%	3.48%	1.21%	1.19%	2.71%	1.97%
	MECANISMOS	1.95%	1.49%	1.40%	1.35%	1.22%	3.12%	1.64%	1.55%	1.92%
	PLACAS	2.26%	0.69%	1.10%	0.78%	0.59%	0.32%	0.23%	1.18%	0.37%
	Torneiras	2.50%	1.18%	1.47%	1.65%	1.72%	0.94%	0.89%	1.68%	1.20%
	TOTAL	2.39%	1.35%	1.83%	1.67%	1.63%	1.02%	0.99%	1.79%	1.22%

Anexo 9 - Quebras de Abastecimento por semana – Global

SEMANA	GLOBAL	Global Baseline	Global Objetivo	GLOBAL Quebras (minutos)	Quebras Objetivos (minutos)	GLOBAL T.Abertura (minutos)
2	2.73%	2.4%	1.8%	3727	2463	136660
3	3.26%	2.4%	1.8%	4891	2706	150170
4	1.61%	2.4%	1.8%	2371	2651	147100
5	1.88%	2.4%	1.8%	2779	2670	148195
6	1.18%	2.4%	1.8%	1698	2590	143735
7	1.08%	2.4%	1.8%	1555	2597	144120
8	1.10%	2.4%	1.8%	1760	2876	159585
9	1.77%	2.4%	1.8%	2086	2129	118165
10	2.43%	2.4%	1.8%	2730	2025	112350
11	2.82%	2.4%	1.8%	4619	2949	163650
12	1.22%	2.4%	1.8%	1921	2838	157490
13	1.28%	2.4%	1.8%	2039	2876	159595
14	0.93%	2.4%	1.8%	1549	2988	165830
15	1.64%	2.4%	1.8%	2797	3075	170635
16	1.89%	2.4%	1.8%	2452	2336	129610
17	1.55%	2.4%	1.8%	1202	1395	77410
18	3.08%	2.4%	1.8%	3132	1834	101750
19	2.61%	2.4%	1.8%	3656	2522	139950
20	1.58%	2.4%	1.8%	2698	3070	170390
21	0.95%	2.4%	1.8%	1560	2961	164325
22	0.65%	2.4%	1.8%	1013	2821	156575
23	0.72%	2.4%	1.8%	1195	2990	165915
24	1.34%	2.4%	1.8%	1863	2512	139425
25	1.75%	2.4%	1.8%	2039	2104	116735
26	0.84%	2.4%	1.8%	1343	2864	158950
27	1.33%	2.4%	1.8%	2175	2939	163100
28	1.02%	2.4%	1.8%	1905	3372	187100
29	0.67%	2.4%	1.8%	1275	3431	190395
30	1.12%	2.4%	1.8%	2208	3555	197290

Anexo 10 - Gráfico de quebras de abastecimento por semana

